

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัด
หยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ANTIOXIDANTS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF
CRUDE EXTRACTS FROM *CAPSICUM ANNUUM* LINN.



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัด
หยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ANTIOXIDANTS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF
CRUDE EXTRACTS FROM *CAPSICUM ANNUUM* LINN.



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIOXIDANTS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF
CRUDE EXTRACTS FROM *CAPSICUM ANNUUM* LINN.



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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากพริก
ชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts
from *Capsicum annuum* Linn.

ชื่อนักศึกษา

นายวัชรพงษ์ พิพรพงษ์ รหัสนักศึกษา 56051064

นางสาวศิริภัทรา แจงกลาง รหัสนักศึกษา 56051080

นายอิทธิพัทธ์ เจริญศรีธนกกุล รหัสนักศึกษา 56051106

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา

ชีววิทยา

ปีการศึกษา

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ลินจง สุขล้าภู

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยา
อุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ. ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ	
ดร. สุทธิจิต ศรีวัชรกุล กรรมการ	สุทธิจิต ศรีวัชรกุล
ผศ. ลินจง สุขล้าภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ลินจง สุขล้าภู

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากพริกขี้หนู สายพันธุ์จินดา
ชื่อนักศึกษา	นายวัชรพงษ์ พิพรพงษ์ รหัสนักศึกษา 56051064
	นางสาวศิริภัทรา แจงกลาง รหัสนักศึกษา 56051080
	นายอิทธิพัทธ์ เจริญศรีธนกกุล รหัสนักศึกษา 56051106
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annum* Linn.) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลร้อยละ 70 จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu assay และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี Aluminium chloride method พบว่า สารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 500.83 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ในขณะที่สารสกัดจากเนื้อพริกแดงมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูงสุดเท่ากับ 17.91 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิโนต่อกรัมของสารสกัด การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดจากเมล็ดพริกเขียวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.83 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย 6 ชนิด ได้แก่ *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาด้วยวิธี Agar well diffusion พบว่าสารสกัดจากส่วนเนื้อของพริกเขียวมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ดีที่สุด ในขณะที่สารสกัดจากเนื้อพริกแดงไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทั้ง 6 ชนิดที่ใช้ทดสอบ

คำสำคัญ : พริกขี้หนู สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Antioxidant and Antibacterial Activities of Crude Extracts from <i>Capsicum annum</i> Linn.	
Students	Mr. Watcharapong Pipornpong	ID. 56051064
	Miss. Siripattha Jaengklang	ID. 56051080
	Mr. Itthipath Charoensrithanakul	ID. 56051106
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 Suktampoo	

Abstract

The aim of this special project was to study the antioxidant and antibacterial activities of *Capsicum annum* Linn. crude extracts from pericarp and seeds which extracted by ethanol 70%. The total phenolic content determined by Folin-Ciocalteu assay and flavonoid content determined by Aluminium chloride method were showed that crude extract from green pericarp expressed highest phenolic compound of 500.83 mgGAE/g. while red pericarp expressed highest flavonoid content of 17.91 mgQUE/g. Antioxidant activity by DPPH scavenging assay indicated that the seeds from green chilli extracts showed the highest inhibitory with an IC_{50} value of 1.83 mg/ml. The crude extracts of *Capsicum annum* Linn. were also determined the antibacterial activities on six species of *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* by Agar well diffusion. The result revealed that green pericarp had the most antibacterial activity. While the extract from red pericarp has no inhibited the growth of all six tested bacteria.

Keyword : *Capsicum annum*, phenolic compound, flavonoid compound, antioxidant, antibacterial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ คณะผู้จัดทำขอกราบ
ขอบพระคุณ ผศ.ลินจง สุขล่ำภู อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ แนะนำ
แนวทางในการทำโครงการพิเศษ ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ แก่คณะผู้จัดทำ ข้าพเจ้า
ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำโครงการพิเศษขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการการสอบ
ปริญญาโท และ ดร.สุทธิจิตร ศรีวัชรกุล กรรมการการสอบปริญญาโท ที่ให้ความกรุณาในการ
ตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่อง รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการทำโครงการพิเศษนี้ให้สมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาคชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่
อนุเคราะห์ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือในการปฏิบัติงานต่าง ๆ รวมถึงอำนวยความสะดวก
ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ๆ ที่คอยสนับสนุนให้ความ
ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และให้ข้อเสนอแนะกับคณะผู้จัดทำ

วัชรพงศ์ พิพรพงษ์
ศิริภัทรา แจงกลาง
อิทธิพัทธ์ เจริญศรีธรรณกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 พริก.....	4
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	4
2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารจากพริก.....	6
2.2.1 กลุ่มสารที่ให้รสชาติเผ็ดร้อน.....	7
2.2.2 แคโรทีนอยด์.....	10
2.2.3 Oleoresin.....	11
2.3 ประโยชน์ของพริก.....	12
2.3.1 ประโยชน์ของพริกเมื่อรับประทาน.....	12
2.3.2 การใช้พริกเป็นยาทาภายนอกเพื่อลดความเจ็บปวด.....	13
2.4 อนุกรมวิธานของพริก.....	13
2.4.1 <i>Capsicum annuum</i> L.	14
2.5 สารประกอบฟีนอลิก.....	16
2.5.1 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก.....	17
2.5.2 กรดฟีนอลิก.....	18
2.5.3 ฟลาโวนอยด์.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ.....	21
2.6.1 กลไกการกำจัดอนุมูลอิสระของร่างกาย.....	21
2.6.2 อันตรายจากอนุมูลอิสระต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย.....	21
2.7 การตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระ.....	23
2.7.1 การตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด.....	23
2.8 DPPH assay / การวิเคราะห์การเป็นสารต้านออกซิเดชัน.....	23
2.8.1 หลักการ.....	23
2.8.2 วิธีการ.....	23
2.8.3 สารละลายมาตรฐาน BHT	24
2.9 แบคทีเรียก่อโรคในอาหาร.....	24
2.9.1 <i>Staphylococcus</i>	24
2.9.2 <i>Bacillus</i>	26
2.9.3 <i>Listeria</i>	29
2.9.4 <i>Escherichia</i>	31
2.9.5 <i>Salmonella</i>	34
2.10 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัด	37
2.10.1 วิธี Disc diffusion techniques	37
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	44
3.1 วัสดุและอุปกรณ์.....	44
3.1.1 วัสดุ.....	44
3.1.2 เชื้อแบคทีเรียทดสอบ.....	44
3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี.....	44
3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	45
3.2 วิธีการทดลอง.....	46
3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง.....	46
3.2.2 การสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและเมล็ดพริก.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด.....	47
3.2.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	48
3.2.6 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ.....	48
3.2.7 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ.....	49
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล.....	50
4.1 ปริมาณผลได้และคุณลักษณะของสารสกัดหายาจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	51
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด.....	52
4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด.....	56
4.4 การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	58
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และ IC ₅₀ ของสารสกัดหายาจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	63
4.6 ผลของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา ในการยับยั้งแบคทีเรีย.....	64
4.6.1 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus subtilis</i>	67
4.6.2 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ <i>Bacillus cereus</i>	68
4.6.3 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i>	69
4.6.4 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> และ <i>Escherichia coli</i>	70
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	75
เอกสารอ้างอิง.....	77
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก.....	86
ภาคผนวก ข.....	87
ภาคผนวก ค.....	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่

2.1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารจากพริก.....	6
4.1 ร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบด้วยเอทานอลของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	51
4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	54
4.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	57
4.4 ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	59
4.5 ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50.....	62
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และ IC ₅₀ ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา.....	64
4.7 บริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและ เมล็ดของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและแดง.....	66

สารบัญรูป

รูปที่

2.1 <i>Capsicum annuum</i> L.	5
2.2 ลักษณะเมล็ดพริก.....	6
2.3 สูตรโครงสร้างของแคปไซซิน.....	7
2.4 ส่วนประกอบของพริก.....	7
2.5 สูตรโครงสร้างของไดไฮโดรแคปไซซิน.....	8
2.6 สูตรโครงสร้างของโฮโมแคปไซซิน.....	8
2.7 สูตรโครงสร้างของโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน.....	9
2.8 สูตรโครงสร้างของนอร์ไฮโดรแคปไซซิน.....	9
2.9 Oleoresin	12
2.10 การจัดอนุกรมวิธานของพริก <i>Capsicum</i>	14
2.11 ลักษณะของพริกหวาน.....	15
2.12 ลักษณะของพริกหยวก.....	15
2.13 ลักษณะของพริกชี้ฟ้า.....	16
2.14 ลักษณะของพริกจินดา.....	16
2.15 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก.....	17
2.16 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก	18
2.17 ลักษณะโคโลนีของ <i>Staphylococcus aureus</i>	24
2.18 รูปร่างและการติดสีย้อมของ <i>Staphylococcus aureus</i>	25
2.19 รูปร่างและกาติดสีย้อมของ <i>Bacillus cereus</i>	26
2.20 ลักษณะโคโลนีของ <i>Bacillus cereus</i> บนอาหารแข็ง nutrient agar	27
2.21 รูปร่างและการติดสีย้อมของ <i>Bacillus subtilis</i>	28
2.22 ลักษณะโคโลนีของ <i>Bacillus subtilis</i> บนอาหารแข็ง nutrient agar.....	28
2.23 รูปร่างและกาติดสีย้อมของ <i>Listeria monocytogenes</i>	29
2.24 ลักษณะโคโลนีของ <i>Listeria monocytogenes</i> บนอาหารแข็ง horse blood agar	30
2.25 รูปร่างและการติดสีย้อมของ <i>Escherichia coli</i>	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูล (ต่อ)

2.26 ลักษณะโคโลนีของ <i>Escherichia coli</i> บนอาหารแข็ง MacConkey Agar	32
2.27 รูปร่างและการติดสีย้อมของ <i>Salmonella typhimurium</i>	27
2.28 ลักษณะโคโลนีของ <i>Salmonella typhimurium</i> บนอาหารแข็ง MacConkey Agar.....	36
2.29 ตำแหน่งที่วางแผ่นกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิตร.....	38
4.1 ร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน.....	51
4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว 760 และความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก.....	53
4.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน	55
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 และความเข้มข้นของQuercetin.....	56
4.5 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน	58
4.6 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดในแต่ละส่วน.....	60
4.7 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของมาตรฐาน BHT	61
4.8 ค่า IC ₅₀ ของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาและสารมาตรฐาน BHT	62
4.9 บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Bacillus subtilis</i> ของสารสกัดพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา แต่ละส่วน.....	68
4.10 บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Bacillus cereus</i> ของสารสกัดพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา แต่ละส่วน.....	69
4.11 บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> ของสารสกัดพริกชี้หนู สายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน.....	70
4.12 บริเวณยับยั้งเชื้อการเจริญของเชื้อ <i>Listeria monocytogenes</i> ของสารสกัดพริกชี้หนู สายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน.....	71
4.13 บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Salmonella typhimurium</i> ของสารสกัดพริกชี้หนู สายพันธุ์จินดาแต่ละส่วน.....	72
4.14 บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Escherichia coli</i> ของสารสกัดพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา แต่ละส่วน.....	73
4.15 บริเวณยับยั้งของเชื้อแบคทีเรียทดสอบโดยยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน.....	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annuum* Linn.) ซึ่งเป็นพืชผักที่คนไทยรู้จักกันดีทั่วไปใช้เป็นเครื่องปรุงรสเนื่องจากมีกลิ่นรสเผ็ดร้อน เส้นใยของพริกโดยเฉพาะในแง่ของคุณค่าทางอาหาร กล่าวคือ สารสีเหลือง สีส้ม และสีแดงของผล จัดเป็นสารจากพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งมีอยู่มากมายถึง 20 ชนิด เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในไขมันเช่นกัน ดังนั้นการใช้พริกในส่วนผสมของอาหารทั้งการต้มแกงนาน ๆ จึงไม่ทำให้สีของพริกจางลง แต่อาจจะละลายออกมาบ้างกับไขมันที่อยู่ในน้ำแกง ที่สำคัญได้แก่ เบตาแคโรทีน (beta-carotene) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอที่ช่วยบำรุงสายตา นอกจากนี้พริก ยังเป็นแหล่งให้วิตามินซีและสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูงมาก อีกทั้งพริกยังเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่ง ที่มีคุณลักษณะเด่น คือ ความเผ็ด ซึ่งเกิดจากสาร capsaicin, dihydrocapsaicin, cinnamic acid, m-coumaric acid และ o-coumaric acid ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *B. cereus*, *S. aureus*, *Listeria monocytogenes* และ *S. typhimurium* (Dorantes และคณะ, 2000)

แบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารสามารถพบได้ทั่วไปทั้งในดิน น้ำ เช่น เชื้อ *Escherichia*, *Salmonella* และ *Shigella* หากเชื้อเหล่านี้มีการปนเปื้อนในอาหาร ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อมาในระบบทางเดินอาหาร เช่น บางครั้งเชื้อจะรูก้างเข้าไปทำลายเยื่อลำไส้ ทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย มีไข้ และปวดศีรษะ นอกจากนี้เชื้อบางชนิดสามารถผลิต enterotoxin ที่ทำให้เกิดความเป็นพิษในลำไส้ โดยยาสังเคราะห์ที่ใช้ในการรักษาสามารถรักษาอาการติดเชื้อมีผลดีแต่ยาสังเคราะห์เหล่านี้อาจทำให้เกิดผลข้างเคียงกับผู้ป่วยหรือก่อให้เกิดการดื้อต่อยาของเชื้อดังกล่าวได้ ดังนั้น การนำสารสกัดจากธรรมชาติที่ไม่มีผลข้างเคียงและปลอดภัยต่อผู้ป่วยมาใช้ในการรักษาโรคติดเชื้อมาจากแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาโรค

ปัจจุบันมีการนำเครื่องเทศและสมุนไพรมาใช้เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหารหลายชนิด เช่น ขมิ้นชัน กระเทียม ขิง ข่า พริก ฯลฯ และมีรายงานว่าเครื่องเทศและสมุนไพรบางชนิดสามารถยับยั้งการเจริญหรือลดจำนวนของจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนมาในอาหารได้ เช่น มีรายงานพบว่าสกัดจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด เช่น *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis* และ *Bacillus subtilis* (พีรพัฒน์และคณะ, 2553) ซึ่งเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหย (Volatile oil) อยู่ด้วยมี

สรรพคุณในการขับลมทำให้ลำไส้ทำงานเป็นปกติ ช่วยกระตุ้นให้ต่อมน้ำลายทำงานทำให้เจริญอาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์อื่นใด กรุณาแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี ดังนั้นเครื่องเทศบางชนิดจึงเป็นส่วนผสมในตำรับยาที่เกี่ยวกับโรคทางเดินอาหารเป็นส่วนใหญ่ (สุพจน์, 2537)

เนื่องจากประโยชน์ของพริกมีหลากหลายซึ่งปัจจุบันยังมีรายงานการศึกษาถึงฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาค่อนข้างน้อยดังนั้นจึงได้ศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาพืชสมุนไพรจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาเพื่อเป็นแหล่งสารธรรมชาติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งยังเป็นการช่วยส่งเสริมการเพาะปลูกเกษตรกร โดยโครงการพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารสกัดส่วนเนื้อและเมล็ดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาผลดิบ (สีเขียว) และผลสุก (สีแดง) โดยนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรวมถึงการยับยั้งแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Bacillus subtilis* TISTR 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Escherichia coli* ATCC 25299

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1.2.1 ศึกษาการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาผลดิบและผลสุก

1.2.2 วิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

1.2.3 ตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging activities)

1.2.4 ตรวจสอบฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและสีแดงด้วยวิธี Agar well diffusion

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

ทำการสกัดสารจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annuum* Linn.) โดยแยกเป็นส่วนเนื้อและเมล็ดและเลือกใช้พริก 2 ระยะคือระยะผลดิบ (พริกเขียว) และระยะผลสุก (พริกแดง) ใช้ด้วยเอทานอล ร้อยละ 70 เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาตรวจสอบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method และ Colorimetric aluminum chloride ตามลำดับ นอกจากนี้ยังตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วน

ต่างๆ ของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาด้วยวิธี DPPH (DPPH radical scavenging activities) และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบวิเคราะห์ฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรีย ได้แก่ ได้แก่ *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Bacillus subtilis* TISTR 6633, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Escherichia coli* ATCC 25299 ด้วยวิธี Agar well diffusion

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นข้อมูลพื้นฐานให้ทราบว่าส่วนของพริกและอายุของพริกมีผลต่อฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย

1.4.2 ได้สารสกัดจากพริกชี้หนูที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียในอาหาร

1.4.3 ทราบถึงคุณสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบ

1.4.4 เป็นการเพิ่มมูลค่าของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

1.4.5 หากนำสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดามาใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อในอาหารได้จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พริก

พริกเป็นพืชผักที่นิยมใช้เป็นเครื่องเทศในการปรุงแต่งรสอาหารเป็นหลัก ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากพริกยิ่งขยายตัวอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีการศึกษาถึงข้อมูลพิษเคมีในพริกที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ เวชภัณฑ์ ตลอดจนถึงด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย อาทิ สีสันอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง สารป้องกันกำจัดแมลง และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ในอนาคตมีความตระหนักถึงความสำคัญของอาหารที่ดีต่อสุขภาพ จึงมีการใช้ประโยชน์จากสารพิษเคมีในพืชทั้งทางด้านโภชนาการและทางยารักษาโรคเพิ่มขึ้น จึงส่งผลต่อเนื้อที่ทำให้เกิดความต้องการพันธุ์พริกที่มีคุณลักษณะแตกต่างกันทั้งรูปร่าง สีสัณและคุณสมบัติมาใช้ประโยชน์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารและยารักษาโรค ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการของพริกและการนำพริกไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ (สชีลา, 2549)

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (มณีฉัตร, 2541)

2.1.1.1 ลักษณะต้น

พริกเป็นพืชไม้พุ่ม ลำต้นตรง แตกกิ่งก้านสาขาแบบบรุ่ม และกิ่งแขนงแตกสาขาแบบทวิคูณ จาก 2 กิ่งเป็น 4 กิ่ง และ 8 กิ่ง เป็นต้น บ่อยครั้งมีกิ่งแขนงแตกจากระดับใต้ดินเจริญ คล้ายเป็นต้นใหม่อยู่รวมกันเป็นกระจุก ต้นมีขนาดพุ่มลักษณะต่างๆ กัน เช่น พุ่มเตี้ย และพุ่มสูง

2.1.1.2 ลักษณะใบ

ใบเป็นใบเดี่ยวมีขนาดต่างๆ กัน ก้านใบมีความยาวประมาณ 0.5 – 2.5 เซนติเมตร ใบกว้างมีรูปไข่ ขอบใบเรียบปลายใบแหลม ใบบางและส่วนใหญ่ไม่มีขน

2.1.1.3 ลักษณะราก

มีรากแก้วแข็งแรง แต่มักจะชะงักการเจริญเนื่องจากการย้ายกล้า มีรากแขนงแตกมากมาย และมีความยาวถึง 1 – 1.5 เมตร รากชอย พบมากบริเวณรอบ ๆ ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 ลักษณะดอก

ดอกเป็นดอกเดี่ยว เกิดที่ข้อ อาจมีหลายดอกเกิดจากข้อติดๆ กันจนดูคล้ายเป็นดอกข้อ ก้านดอกมีความยาว 1.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงสั้นประมาณ 2 มิลลิเมตร มี 5 กลีบ กลีบดอกมี 5 กลีบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 – 15 เซนติเมตร แต่กลีบดอกและกลีบเลี้ยงอาจมี 4 – 7 กลีบก็ได้ กลีบดอกมีสีขาวหรือสีเขียวย่อ่น หรือม่วง เกสรตัวผู้ 5 – 6 อัน อยู่พื้นฐานของกลีบดอก อับละอองเกสรมีสีฟ้าหรือสีน้ำเงินอ่อน แยกตัวเป็นกระเปาะยาวๆ รังไข่มี 2 ส่วน หรือมากกว่านี้ ก้านชูเกสรตัวเมียสีขาวหรือม่วง

2.1.1.5 ลักษณะของผล

ผลพริกมีเมล็ดมากมีทั้งผลห้อย หรือผลตั้ง ผลเกิดที่ข้อ ขนาด รูปร่าง สี ความเผ็ด มีต่างๆ กัน ความยาว 1 – 30 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวหรือสีม่วง ผลสุกมีสีแดง ส้ม เหลือง น้ำตาล ครีมน้ำตาล หรือม่วง ความเผ็ดมีระดับต่างๆ กัน พื้นฐานของผลเป็นฐานรูปถ้วย หรือรูปจานรองถ้วยซึ่งใช้ในการแยกประเภทของพริก เมล็ดมีสีเหลืองซีด ความยาว 3 – 5 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูป 2.1



รูปที่ 2.1 *Capsicum annuum* L.

ที่มา : <http://krcrtrading.com/red-chillies/> (สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2559)

2.1.1.6 ลักษณะของเมล็ด

มีรูปร่างกลมแบน มีสีเหลืองไปจนถึงน้ำตาล ผิวเรียบ ผิวไม่ค่อยมีขนเหมือนเมล็ดมะเขือเทศ มีร่องลึกอยู่ทางด้านหนึ่งของเมล็ด เมล็ดจะติดอยู่กับรกโดยเฉพาะทางด้านฐานของผลพริก เมล็ดจะติดอยู่มากกว่าปลายผล ส่วนมากที่เปลือกของผล และเปลือกของเมล็ดมักมีเชื้อโรคพวกโรคใบจุด และโรคใบเหี่ยวติดมา สำหรับจำนวนเมล็ดต่อผลพริก 1 ผล จะไม่แน่นอน แต่ตามมาตรฐานของขนาดเมล็ดพริกแล้ว เมล็ดพริกหวาน 1 กรัม ควรที่จะมีเมล็ด 166 เมล็ดขึ้นไป ส่วนพริกเผ็ดที่มีขนาดผลเล็กควรมีขนาดเมล็ดเล็กกลง ดังแสดงในรูป 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะเมล็ดพริก

ที่มา : <https://thai.alibaba.com/product-detail/sweet-chilli-seeds-1293848970.html>

(สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารจากพริก

องค์ประกอบของสารที่สำคัญในผลพริก มี 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มสารที่ทำให้รสชาติเผ็ดร้อน (Capsaicinoids) และกลุ่มสารให้สีในพริก (จรงค์ษ์, 2546) นอกจากนี้พริกยังให้คุณค่าทางอาหารที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย โดยสามารถแสดงองค์ประกอบทางเคมีกลุ่มต่างๆ ของพริก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปริมาณเป็นร้อยละ ของสารให้ความเผ็ดแต่ละชนิดในพริก

สาร	ร้อยละ
แคปไซซิน (capsaicin)	46-47
ไดไฮโดรแคปไซซิน (dihydrocapsaicin)	21-40
นอร์ไดไฮโดรแคปไซซิน (nordihydrocapsaicin)	2-11
โฮโมแคปไซซิน (homocapsaicin)	0.6-2
โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน (homodihydrocapsaicin)	1-2

ที่มา : ภัทรา (2545)

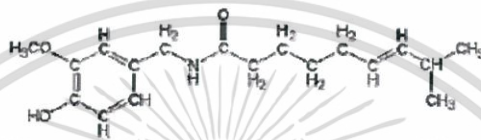
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่ให้ความร้อนคือสารในกลุ่มแคปไซซินอยด์จัดเป็นสารในกลุ่มอัลคาลอยด์ มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่มีขั้ว เช่น อะซิโตน เมทธานอล ไดคลอโรมีเทน ไทเอทิล อีเทอร์และเฮกเซน สารในกลุ่มนี้สามารถแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยได้ดังนี้

2.2.1 กลุ่มสารให้ความร้อน

2.2.1.1 แคปไซซิน

แคปไซซินมีชื่อทางเคมีว่า N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl) methyl]-8-methyl-6-nonanamide : $C_{18}H_{27}NO_3$ (ศุภวรรณ, 2538) มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.3

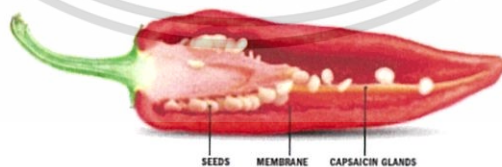


รูปที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของแคปไซซิน

ที่มา : <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html> สืบค้นวันที่ 24

ตุลาคม 2559

สารนี้จะพบมากบริเวณไส้กลาง หรือรกของพริกประมาณร้อยละ 0.10 เนื้อของผลพริก และเมล็ด ประมาณร้อยละ 0.10, 0.07 ตามลำดับ สมบัติทางกายภาพของสารนี้ มีลักษณะเป็นผลึกผงละเอียดสีขาว ไม่มีกลิ่น น้ำหนักโมเลกุล 305.4 กรัมต่อโมล จุดเดือด 210-220 องศาเซลเซียส และมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 64.5 องศาเซลเซียส และมีสมบัติเป็นกรดอ่อน จากตารางที่ 2.1 พบว่าเป็นสารที่มีปริมาณมากที่สุดจึงมีความสำคัญในด้านอุตสาหกรรมและการแพทย์



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของพริก

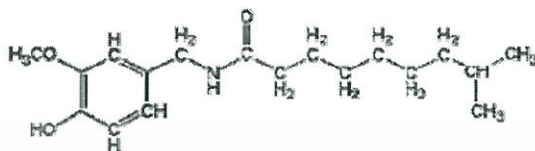
ที่มา : <http://www.dispatch.com/content/stories/science/2010/03/21/fiery-fruit.html>

(สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ไตไฮโดแคปไซซิน

ไตไฮโดแคปไซซินเป็นสารที่มีปริมาณมากรองจากสารแคปไซซิน มีชื่อทางเคมีว่า N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl) methyl]-8-methylnonanamide : $C_{18}H_{29}NO_3$ (ศุภวารณ, 2538) มีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 สูตรโครงสร้างของไตไฮโดแคปไซซิน

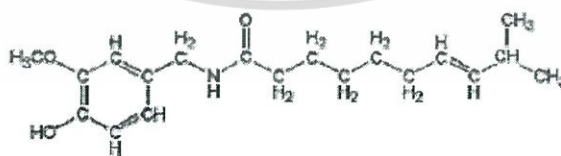
ที่มา : <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html>

(สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2559)

สารนี้มีน้ำหนักโมเลกุล 307.44 กรัมต่อโมล จากสูตรโครงสร้างของสารแคปไซซินและไตไฮโดแคปไซซินจะคล้ายกัน คือมีจำนวนคาร์บอนอะตอม 18 ตัวเท่ากันแต่คาร์บอนอะตอมที่สร้างพันธะคู่กับออกซิเจนจนถึงคาร์บอนอะตอมตำแหน่งสุดท้ายจะต่างกัน สารแคปไซซินจะมีพันธะคู่ แต่สารไตไฮโดแคปไซซินจะมีพันธะเดี่ยว ในธรรมชาติพบว่าสารแคปไซซินเปลี่ยนรูปเป็นสารไตไฮโดแคปไซซินได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน

2.2.1.3 โฮโมแคปไซซิน

โฮโมแคปไซซินเป็นสารที่พบในปริมาณน้อย ในสารกลุ่มแคปไซซินอยด์ และมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 สูตรโครงสร้างของโฮโมแคปไซซิน

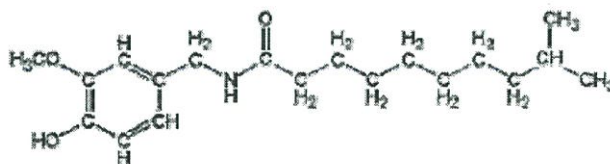
ที่มา : <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html> (สืบค้นวันที่ 24

ตุลาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.4 โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน

โฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน เป็นสารที่พบในปริมาณน้อยเหมือนสารโฮโมแคปไซซิน และมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.7



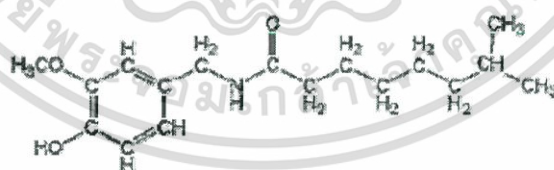
รูปที่ 2.7 สูตรโครงสร้างของโฮโมไดไฮโดรแคปไซซิน

ที่มา : <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html> (สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2559)

สารโฮโมแคปไซซิน และโฮโมไดไฮโดรแคปไซซินมีความคล้ายกัน โดยพิจารณาจากโครงสร้างโมเลกุล พบว่ามีจำนวนคาร์บอนอะตอม 19 ตัวเท่ากัน แต่คาร์บอนอะตอมที่สร้างพันธะคู่กับออกซิเจนจนถึงคาร์บอนอะตอมตำแหน่งสุดท้ายจะต่างกัน สารโฮโมแคปไซซินจะเป็นพันธะคู่แต่สารโฮโมไดไฮโดรแคปไซซินจะเป็นพันธะเดี่ยว

2.2.1.5 นอร์ไฮโดรแคปไซซิน

นอร์ไฮโดรแคปไซซิน เป็นสารที่พบปริมาณมากกว่าสารไดไฮโดรแคปไซซิน โดยมีสูตรโครงสร้างดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 สูตรโครงสร้างของนอร์ไฮโดรแคปไซซิน

ที่มา : <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html> (สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

แคโรทีนอยด์เป็นสารพฤษเคมีที่ทรงพลัง มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านมะเร็งที่ยอดเยี่ยม แคโรทีนอยด์ คือเม็ดสีชนิดละลายในไขมัน พบมากในผักและผลไม้ที่มีสีส้ม เหลือง แดง และเขียว ทำหน้าที่ปกป้องพืชจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดด และสารก่อมะเร็งในสิ่งแวดล้อม ช่วยป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระที่เป็นอันตราย พบได้ในผักและผลไม้ ที่เรารับประทาน แคโรทีนอยด์ 6 ชนิดที่กลายมาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดาวเด่นแห่งศตวรรษที่ 21 คือ แอลฟาแคโรทีน เบต้าแคโรทีน คริปโตแซนทิน ไลโคปีน ลูทีนและซีแซนทิน

2.2.2.1 แอลฟาแคโรทีนร่างกายสามารถเปลี่ยนแปลงเป็น วิตามินเอ เพื่อนำไปใช้ได้ มีการศึกษาพบว่าแครอทและฟักทอง มีสารแอลฟาแคโรทีนสามารถลดขนาดของเนื้องอกในสัตว์ได้ชัดเจน และยังมีประสิทธิภาพมากกว่าเบต้าแคโรทีน ถึง 10 เท่า ในการปกป้องผิว ดวงตา ตับและเนื้อเยื่อปอด จากการถูกทำลายโดยอนุมูลอิสระ

2.2.2.2 เบต้าแคโรทีนได้จากผักที่มีสีส้มสดใส เช่นบรอกโคลี แคนตาลูป ฟักทอง แครอท มะม่วง พืช มันเทศและผักขม เบต้าแคโรทีนถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ได้ในยามที่ร่างกายต้องการ และส่วนที่ไม่ถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ จะทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีการศึกษาพบว่าเบต้าแคโรทีนมีบทบาทสำคัญในการป้องกันมะเร็งโดยยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระ และยังพบว่าเบต้าแคโรทีน ยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของระบบภูมิคุ้มกัน ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดแดงแข็ง กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน เส้นโลหิตในสมองตีบ และยังช่วยป้องกันโรคต่อกระจกได้อีกด้วย

2.2.2.3 คริปโตแซนทินพบมากในลูกพีช มะละกอและส้ม คริปโตแซนทินจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ได้ในยามที่ร่างกายต้องการ มีการศึกษาเปรียบเทียบระดับแคโรทีนอยด์ในเลือดของผู้หญิงที่เป็นมะเร็งปากมดลูก กับผู้หญิงที่ไม่ได้เป็นมะเร็งปากมดลูก พบว่าผู้หญิงที่ไม่เป็นมะเร็งมีระดับของคริปโตแซนทิน ในเลือดสูงอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าคริปโตแซนทิน อาจช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งชนิดนี้ได้ และการสูบบุหรี่จะทำให้ระดับของคริปโตแซนทินต่ำลง เมื่อนักวิทยาศาสตร์ ได้ทำการเปรียบเทียบระดับของคริปโตแซนทินในผู้ที่สูบบุหรี่กับผู้ที่ไม่สูบบุหรี่

2.2.2.4 ไลโคปีน เป็นสารที่ทำให้มะเขือเทศ แดงโม อุ่น และผลไม้อีกหลายชนิดมีสีแดง ไลโคปีนไม่มีคุณสมบัติเป็น“โปรวิตามินเอ”หมายถึงร่างกายของเราไม่สามารถเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอได้ ไลโคปีนมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเบต้าแคโรทีนมาก ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่นมะเร็งต่อมลูกหมากในผู้ชาย ช่วยปกป้องเราจากสารก่อมะเร็งจากควันบุหรี่ และต้านอนุมูลอิสระจากรังสียูวีในแสงแดด จากงานวิจัยใหม่ๆยังพบว่าไลโคปีนยังช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 ลูทีนพบมากในผักขม กะหล่ำใบ และดอกดาวเรือง ไม่มีคุณสมบัติเป็น “โปรวิตามินเอ” เหมือนไลโคปีนแต่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่น่าประทับใจมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติในการปกป้องดวงตา พบว่าลูทีนช่วยจัดการกับอนุมูลอิสระที่เกิดจากรังสียูวีที่เป็นอันตรายต่อดวงตา และช่วยชะลอการเสื่อมของศูนย์กลางจอประสาทตา อันเป็นสาเหตุอันดับหนึ่งของการตาบอดในในผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป

2.2.2.6 ซีแซนทินช่วยปกป้องดวงตาจากโรคจอประสาทตาเสื่อม เนื่องจากถูกอนุมูลอิสระทำลาย ซีแซนทินยังช่วยป้องกันมะเร็งอีกหลายชนิด ช่วยลดการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้อร้าย ซีแซนทิน พบมากในผักขม และกระเจี๊ยบเขียว (<http://www.greenclinic.in.th/carotenoids.html> สืบค้นวันที่ 27 ตุลาคม 2559)

2.2.3 Oleoresin

โอลีโอเรซิน (Oleoresin) เป็นสารที่ได้จากการสกัด (Extraction) เครื่องเทศ (Spice) ที่บดละเอียดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยได้ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ เฮกเซน เบนซีน ปีโตรเลียมอีเทอร์ และเมทิลคลอโรฟอร์ม เป็นสารผสมของเรซินกับน้ำมันหอมระเหย หลังจากนั้นนำมาทำให้เข้มข้น (Concentration) โดยใช้การกลั่นภายใต้สุญญากาศ (vacuum distillation) ตัวทำละลายจะระเหยออกไป Oleoresin ที่สกัดได้จะละลายอยู่ในตัวพา เช่น น้ำมันพืช อาจมีส่วนผสมของอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) และ Antioxidant เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาโอลีโอเรซิน มีความหนืดสูง สีเข้ม มีกลิ่นเฉพาะของเครื่องเทศนั้นๆ ใช้เป็นสารให้กลิ่นรส (Flavoring agent) สารให้สี ทดแทนการใช้เครื่องเทศโดยตรง เช่น Paprika Oleoresin, Pepper เป็นต้น (www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2873/oleoresin สืบค้นวันที่ 27 ตุลาคม 2559)

ผลิตภัณฑ์ของโอลีโอเรซินที่นำมาใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมได้แก่ โอลีโอเรซินจากผลสุกแห้งของพริกชนิดต่างๆ ประกอบด้วยแคปไซซิน ประมาณร้อยละ 0.02 น้ำมันหอมระเหย น้ำมันระเหยยาก แคโรทีนอยด์ และวิตามินซี ปัจจุบันมีการสกัดแคปไซซินจากพริก นำไปผสมเป็นส่วนประกอบของยาชนิดต่างๆ มากมาย เช่น ยาธาตุ ยาเจริญอาหาร ยาขับลม และยาแก้ปวดท้อง เพื่อให้กระตุ้นการหลั่งของเอนไซม์ ตลอดจนการบีบตัวและคลายตัวของกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ยังใช้ผสมในขี้ผึ้งใช้ทาแก้อาการปวดเมื่อย ทำให้บริเวณที่ทามีเลือดมาเลี้ยงเพิ่มขึ้น (รัตนา, 2550)



รูปที่ 2.9 Oleoresin

ที่มา : <http://www.plantlipids.com/product.php> (สืบค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2559)

2.3 ประโยชน์ของพริก

พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวันของคนไทย นอกจากประโยชน์ในด้านการปรุงแต่งรสชาติทางอาหารแล้ว พริกยังมีประโยชน์ทางยาอีกด้วย พริกจัดอยู่ในตระกูลเดียวกับมะเขือต่างๆ และมะเขือเทศ คืออยู่ในตระกูล Solanaceae พริกที่พบมากในประเทศไทยได้แก่ พริกชี้ฟ้า (*Capsicum annum* Linn.) พริกชี้หนู (*Capsicum frutescens* Linn) พริกชี้หนูสวน (*Capsicum minimum* Roxb.)

สารสำคัญที่ทำให้พริกมีรสเผ็ดร้อนคือ capsaicin ซึ่งจะอยู่ในส่วนของรกพริก (บริเวณที่เมล็ดพริกเกาะอยู่) และที่ septum ส่วนผนังด้านนอก capsaicin เป็นสารที่มีโครงสร้างเป็น vanillyl amide ออกฤทธิ์โดยทำให้เกิดการปลดปล่อย substance p ซึ่งเป็น neurotransmitter ที่ส่งผ่านความรู้สึกปวดจากเซลล์ประสาทไปยังสมอง หลังได้รับ capsaicin ช้าๆ จะทำให้ substance p หมดไป ทำให้อาการปวดลดลง ส่วนฤทธิ์ที่ทำให้เกิดความรู้สึกร้อน เกิดขึ้นเนื่องจาก capsaicin และความร้อนจะกระตุ้นเส้นประสาทรับความรู้สึกผ่านช่องทางอ้อนเดียวกัน เรียกว่าช่อง VR 1 (vanilloid receptor type 1) เมื่อมีการกระตุ้นจะทำให้เกิดสัญญาณผ่าน dorsal root ganglion เข้าไปในสมอง ส่งผลให้เกิดความรู้สึกร้อน

2.3.1 ประโยชน์ของพริกเมื่อรับประทาน

ในช่วงแรก ๆ ควรรับประทานแต่น้อย และค่อยๆ เพิ่มขนาด จะทำให้ทางเดินอาหารค่อยๆ ปรับตัวรับความเผ็ดร้อนและระคายเคืองของพริก โดยการเพิ่มการหลั่งสารเมือกและสร้างเนื้อเยื่อบุผิวกระเพาะอาหารและลำไส้เพิ่มขึ้น ผลการวิจัยเป็นจำนวนมากพบว่าเมื่อรับประทานอย่างถูกวิธี พริกจะช่วยให้เกิดการสมานแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้ เมื่อรับประทานพริกในช่วงแรก จะทำให้เกิดความเผ็ดร้อนบริเวณริมฝีปากและในช่องปาก แต่ต่อมาจะทำให้รู้สึกว่าร่ากายอบอุ่นสบาย ซึ่งความเผ็ดร้อนนี้ทำให้ลดลงได้มากด้วยอาหารที่มีมะเขือเทศและอาหารที่มี casein เช่น นม นอกจากนี้พริกยังช่วยกระตุ้นให้เจริญอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

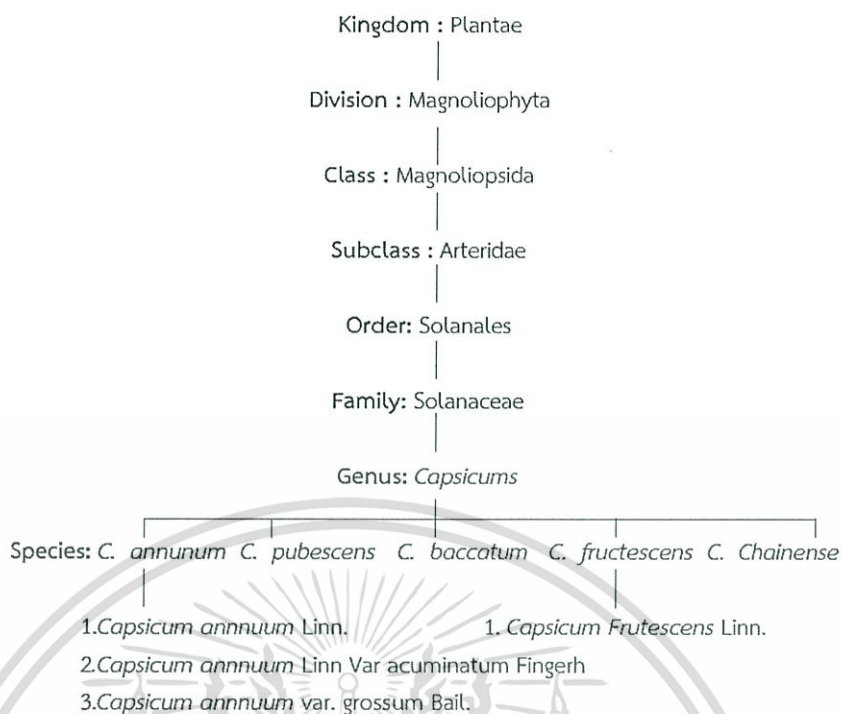
โดยปกติแล้วขนาดรับประทานของพริกในผู้ใหญ่คือ 0.5 – 3 กรัม ในสหรัฐอเมริกา มีพริกจำหน่ายในรูปแบบ capsul ทั้งที่มีพริกอย่างเดียว หรือ พริกรวมกับสมุนไพรอื่นๆ เช่น ขิง กระเทียม เป็นต้น ในประเทศไทย มีทิงเจอร์พริก (tincture capsicum)

2.3.2 การใช้พริกเป็นยาทาภายนอกเพื่อลดความเจ็บปวด

จากการที่ capsaicin สามารถลดความรู้สึเจ็บปวดได้จึงมีผู้นำมาใช้เป็นยาภายนอก โดยปกติแล้วจะอยู่ในรูปครีม โดยมี capsaicin ร้อยละ 0.025 – 0.075 ใช้บรรเทาอาการปวดเนื่องจากโรคข้ออักเสบ (osteoarthritis และ rheumatoid arthritis) โดยใช้ทา 3-4 ครั้งต่อวัน อย่างน้อยเป็นเวลา 2-4 สัปดาห์ capsaicin จะเสริมฤทธิ์ยาแก้ปวดอื่น ๆ เช่น methyl salicylate ข้อควรระวังในการใช้ capsaicin ในรูปครีมคือต้องระวังไม่ให้ผลิตภัณฑ์จากพริกถูกตาหรือแผลเปิด ถ้าทาแล้วเกิดอาการระคายเคือง และแดง ต้องลดจำนวนครั้งที่ทาลง สำหรับในประเทศไทย มีจำหน่ายในรูปแบบของเจลพริก ซึ่งประกอบด้วยร้อยละ 0.025 capsaicin ผลิตโดย องค์การเภสัชกรรม (<http://bbs.acez-fs.net/> สืบค้นวันที่ 13 ตุลาคม 2559)

2.4 อนุกรมวิธานของพริก

พริก Capsicums จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Solanaceae ซึ่งพืชในตระกูลนี้มีอยู่ด้วยกันประมาณ 90 สกุล (Genaera) หรือ 2,000 ชนิด (Species) พริก Capsicums ประกอบด้วยชนิดต่างๆ 20-30 ชนิด แต่พริกที่ค้นพบในประเทศไทยมี 5 กลุ่ม ได้แก่ *C. pubescens*, *C. baccatu*, *C. annuum*, *C. frutescens* และ *C. chainense* และนิยมปลูกมาก 2 สปีชีส์ 4 ชนิด (เฉลิมเกียรติ, 2540) คือ *Capsicum annuum* Linn. Var acuminatum Fingerh, *Capsicum annuum* Linn, *Capsicum annuum* var. grossum Bail. และ *Capsicum Frutescens* Linn. การจัดอนุกรมวิธานของพริก Capsicums (Smith และคณะ, 1987) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การจัดอนุกรมวิธานของพริก *Capsicums*

ที่มา : Smith และคณะ (1987)

2.4.1 *Capsicum annuum* L.

เป็นพริกที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก มีถิ่นกำเนิดในบริเวณตอนใต้ของอเมริกาเหนือ และตอนเหนือของอเมริกาใต้ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งทรงต้น รูปร่างผล สีผล ความเผ็ด ตลอดจนการเจริญเติบโตที่มีทั้งแบบล้มลุก และยืนต้นนานหลายปี

ลักษณะเด่น

พริกกลุ่มนี้มักมีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 30 – 75 ซม. บางพันธุ์อาจเป็นไม้ยืนต้นอายุหลายปี และมีความสูง 1.2 – 1.5 เมตร ให้ผลเร็วหรือปานกลาง ใบและต้นมีขนค่อนข้างมาก มีความแตกต่างกับพริกอื่นอย่างเห็นได้ชัดคือ ดอกเกิดบนข้อเป็นดอกเดี่ยว มักไม่ค่อยปรากฏเป็นคู่ ดอกเรียวยาว และก้านดอกมีทั้งชี้ขึ้นหรือห้อยลง ก้านดอกหุ้ม (สุชีลา, 2549) กลีบดอกมีสีขาว หรือขาวหม่น สีผลสุกมีทั้งสีเขียว เหลือง และแดง สามารถเจริญเติบโตได้ดีเกือบทุกสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะในเขตร้อน และแห้งแล้ง เมล็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-5.0 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างพันธุ์

พริกยักษ์ พริกหวาน พริกหยวก พริกชี้ฟ้า และพริกจินดา



รูปที่ 2.11 ลักษณะผลพริกหวาน

ที่มา : <https://www.dek-d.com/board/view/3123428/> (สืบค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2559)



รูปที่ 2.12 ลักษณะผลพริกหยวก

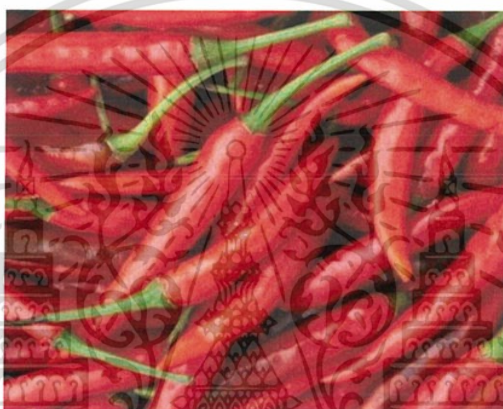
ที่มา : <https://www.dek-d.com/board/view/3123428/> (สืบค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ลักษณะผลพริกชี้ฟ้า

ที่มา : <https://medthai.com/wp-content/uploads/2014/08/> (สืบค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2559)



รูปที่ 2.14 ลักษณะผลพริกจินดา

ที่มา : <http://www.priceza.com/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

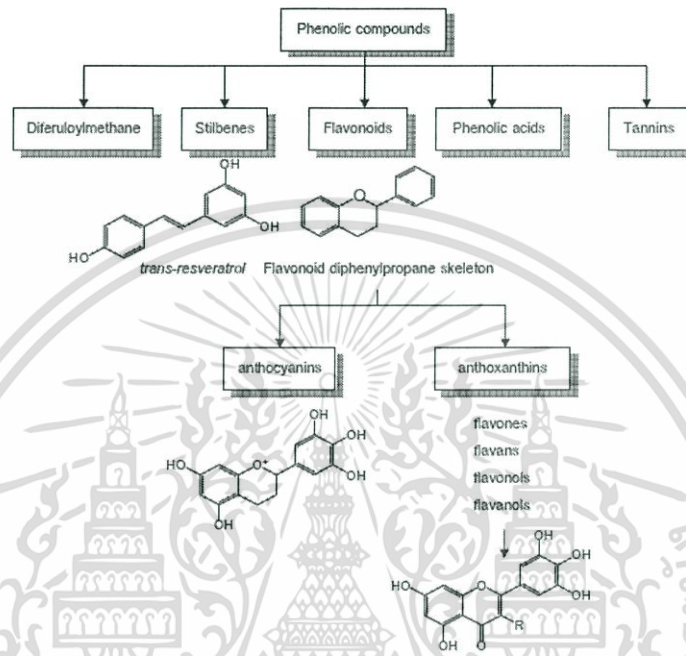
2.5 สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) (ลือชัย, 2554)

สารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารทุติยภูมิที่พบได้ทั่วไปในผัก ผลไม้ ไวน์ ชา น้ำมันมะกอก และช็อคโกแลต เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกส่วนใหญ่จะพบในรูปอนุพันธ์และหรือไอโซเมอร์ของ ฟลาโวนส์ ไอโซฟลาโวนส์ ฟลาโวนอลส์ คาร์ทีซิน และกรดฟีโนลิก สารเหล่านี้มีฤทธิ์ หลายอย่าง เช่น ด้านการเกิดสภาวะออกซิเดชัน ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งต่าง ๆ เช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งหลอดอาหาร มะเร็งผิวหนัง มะเร็งลำไส้ มะเร็งต่อมลูกหมาก และมะเร็งตับ เป็นต้น สามารถนำมาใช้ ประโยชน์ทางยา โดยเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ต้านสารก่อมะเร็ง ด้านภาวะการอักเสบต่างๆ และช่วย ปรับระบบภูมิคุ้มกัน สามารถกำจัดอนุมูลอิสระ และโครงสร้างมีความเสถียร สามารถป้องกันการเกิด ออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และ low-density lipoprotein (LDL) ป้องกันเนื้อเยื่อ และดีเอ็นเอจากการถูกทำลายด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารต้านออกซิเดชันที่พบมากในอาหาร ในธรรมชาติพบมากกว่า 8,000 ชนิด 20 เป็นสารทุติยภูมิที่สร้างขึ้นโดยพืช โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซีเกาะอยู่กับวงแหวนเบนซีน สามารถจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก

ที่มา : ลือชัย (2554)

2.5.1.1 กลุ่มกรดฟีนอลิกที่มาจาก hydroxybenzoic acids ได้แก่ gallic acid และกรดฟีนอลิกที่มาจาก hydroxycinnamic acid ได้แก่ caffeic, ferulic และ coumaric acid

2.5.1.2 กลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นกลุ่มใหญ่ ประกอบด้วยกลุ่ม ฟลาโวนส์ ไอโซฟลาโวนส์ ฟลาโวนอลส์ แอนโธไซยานินส์ และฟลาวานอลส์

2.5.1.3 กลุ่มสติลบีน (stilbenes)

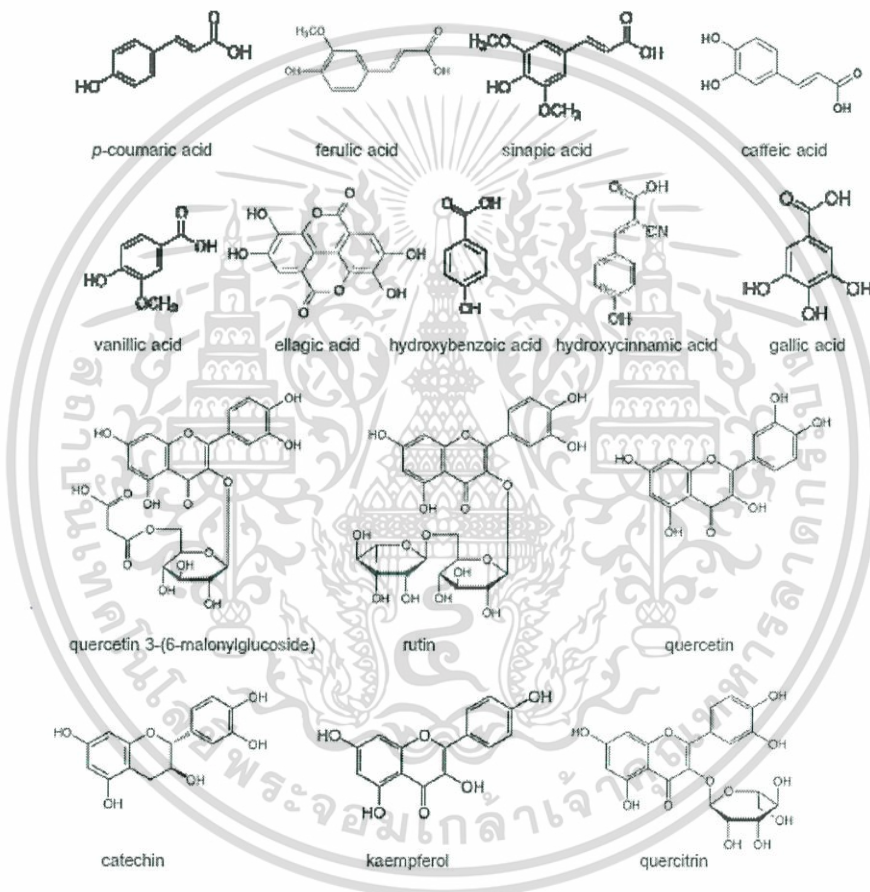
2.5.1.4 กลุ่มลิกนินส์และโพลีเมอร์ของลิกนินส์ สารประกอบฟีนอลิกพบมากในผลไม้ ผัก และเครื่องดื่ม ร่างกายได้รับกรดฟีนอลิกปริมาณ 1 ใน 3 และ 2 ใน 3 จะเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบมากในอาหารจะอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอลส์ เช่น คาร์ทีซินส์ และโพรแอนโธไซยานินดีนส์ และกลุ่มแอนโธไซยานินส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 กรดฟีนอลิก

กรดฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารประกอบฟีนอลิกกลุ่มหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยพืช สามารถแบ่งกรดฟีนอลิกได้ 2 ชนิด ได้แก่

2.5.2.1 กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acids) เป็นกรดฟีนอลิกกลุ่มใหญ่ที่สุดพบทั่วไปในพืช กรดฟีนอลิกที่พบมาก ได้แก่ p-coumaric, caffeic, ferulic และ sinapic acids โดยปกติเกิดขึ้นจากหลายๆ รูปแบบ เช่น เกิดจากการย่อยของเอนไซม์ หรือการเชื่อมกันของเอสเทอร์ของ hydroxyacids ตัวอย่างเช่น quinic, shikimic และ tartaric acid



รูปที่ 2.16 การจำแนกชนิดของสารประกอบฟีนอลิก

ที่มา : ลือชัย (2554)

p-coumaric acid (รูปที่ 2.16) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่เป็นอนุพันธ์ของกรดไฮดรอกซีของกรดซินนามิกมีลักษณะเป็นผลึกแข็งสีขาวละลายในน้ำได้แต่ละลายได้ดีในเอทานอลและไดเอทิลเอสเทอร์ กรดนี้พบได้ 3 ไอโซเมอร์ คือ o-coumaric acid, m-coumaric acid และ p-coumaric acid โดยแตกต่างกันที่ตำแหน่งไฮดรอกซี p-coumaric acid เป็นไอโซเมอร์ที่พบมากที่สุดในประเทศไทย เช่น ถั่ว ลิสง แครอท พริกสีเขียว สตรอเบอร์รี่ สับประรด มะเขือเทศ และกระเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของเอกสารนี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดคาเฟอิก (caffeic acid) (รูปที่ 2.16) เป็นสารทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้น จัดเป็นกรดคาร์บอกซิลิก ซึ่งอาจอยู่ในรูปกรดอิสระหรือจับกันเป็นโอลิโกเมอร์ หรือเชื่อมด้วย สารประกอบอินทรีย์ในรูปของกลูโคไซด์ และเอสเทอร์ เป็นสารเมตาโบไลต์ที่เกิดขึ้นในวิถี ฟีนิวโพรพานอยด์ และเป็นพรีเคอร์เซอร์สำหรับวิถีชีวสังเคราะห์ลิกนิน กรดคาเฟอิกพบในผลไม้ ผัก เครื่องเทศ และเครื่องดื่ม กรดคาเฟอิกฟีนิลเอสเทอร์ (caffeic acid phenylester, CAPE) ใช้ ประโยชน์ทางยา โดยเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ต้านสารก่อมะเร็ง ด้านภาวะการอักเสบ และมี คุณสมบัติในการช่วยปรับระบบภูมิคุ้มกัน

กรดวานิลิก เป็นสารประกอบหลักของ biovanillin กรดนี้ประกอบด้วย หมู่อัลดีไฮด์และฟีนอลิก กรดวานิลิกถูกสร้างโดยพืช เช่นฝักวานิลลา สามารถสังเคราะห์ได้ใน อุตสาหกรรมอาหาร

2.5.2.2 กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acids) มีโครงสร้างโดยทั่วไป คือ C_6-C_1 เป็นอนุพันธ์ของกรดเบนโซอิก ความแปรผัน โครงสร้างของกรดนี้ขึ้น อยู่กับการ เกิดปฏิกิริยา hydroxylations และ methylations ของวงแหวนอะโรมาติก เช่น hydroxybenzoic, vanillic syringic และ protocatechuic acid ในธรรมชาติพบอยู่ในรูปที่จับกับน้ำตาลหรือ กรดอินทรีย์ ถูกสะสมบริเวณผนังเซลล์ของพืช ในส่วนที่เรียกว่าลิกนิน

กรดเอลลาจิก (ellagic acid) เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่ประกอบด้วย วงแหวนเบนซีน 4 วง และเป็นอนุพันธ์ไดเมอร์ของกรดกาลิก เมื่อบริสุทธิ์จะเป็นผลึกแข็งสีขาว อมเหลือง กรดนี้พบในไวน์แดงจากผลไม้ เช่นองุ่น และผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ ได้แก่ ราสเบอร์รี่ สตรอเบอร์รี่ แบลคเบอร์รี่ แครนเบอร์รี่ ทับทิม เกาลัดบางชนิด และมันฮ่อ พบกรดนี้มากที่สุดในผล แรสเบอร์รี่ พืชหลายชนิดพบกรดนี้ในรูปของ ellagitannin ซึ่งเกิดจากกรดเอลลาจิกจับกับโมเลกุล ของน้ำตาล

กรดแกลลิก (gallic acid) เมื่อบริสุทธิ์จะเป็นผงผลึกอินทรีย์ ไม่มีสี กรดนี้อยู่ ในรูปโมเลกุลอิสระหรือเป็นส่วนหนึ่งของโมเลกุลแทนนิน กรดแกลลิกพบมากในพืชหลายชนิด พืชที่มีกรด นี้สูง ได้แก่ สมอ องุ่น ชา ฮอปและเปลือกต้นโอ๊ก กรดแกลลิกมีคุณสมบัติที่น่าสนใจหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติในการต้านเชื้อราและต้านเชื้อไวรัส นอกจากนี้ยังสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชันไม่ให้ เซลล์ถูกทำลาย และยังสามารถต้านเซลล์มะเร็งไม่ให้มีอันตรายต่อเซลล์ได้ กรดแกลลิกสามารถใช้ใน การป้องกันสาเหตุของเลือดไหลออกที่ลำไส้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการรักษาภาวะที่กระเพาะ ปัสสาวะมีอัลบูมิน (albumin) สูง โรคเบาหวาน บางครั้งใช้เป็นครีมรักษาโรคเรื้อนกวางและภาวะ เลือดออกง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ฟลาโวนอยด์

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบมากที่สุด พบได้ทั่วไปในอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืช เช่น ผัก และผลไม้ ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างหลักฟลาโวนตรงนิวเคลียส มีสูตรโมเลกุล คือ C₁₅ (C₆-C₃-C₆) โดยมีวงแหวน A และ B (phenyl ring) จับกับไพแรนหรือไพโรน (C) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ ring C ทำให้มีการแยกฟลาโวนอยด์ ออกเป็นกลุ่มต่างๆ และการเกิดhydroxylation ที่ ring A และ B ทำให้เกิดอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ชนิดอื่นๆ 16 ในธรรมชาติพบฟลาโวนอยด์มากกว่า 4,000 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่ในรูปกลัยโคไซด์ ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลหนึ่งหมู่หรือมากกว่าในโมเลกุลจะจับอยู่กับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส แรมโนส อะราบิโนสและไซโลส ฟลาโวนอยด์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม หลักๆ คือ

2.5.3.1 แอนโทไซยานินส์ (anthocyanins) ซึ่งจะพบในรูปของอนุพันธ์ต่างๆ พบมากในสีของดอกไม้ ผัก และผลไม้

2.5.3.2 แอนโทแซนทีนส์ (anthoxanthins) เป็นกลุ่มสารที่ไม่มีสีประกอบด้วยกลุ่มต่างๆ ได้แก่ กลุ่มฟลาโวนส์ ฟลาเวนส์ ไอโซฟลาโวนส์ ฟลาโวนอลส์ ฟลาวานอลส์ และอนุพันธ์ที่อยู่ในรูปไกลโคไซด์ ชนิดของฟลาโวนอยด์ที่พบส่วนใหญ่ คือ ไมริเซติน (myricetin) ฟิเซติน (fisetin) เคอซีติน (quercetin) และเคมเฟอร์อล (kaempferol) คาทีชิน (catechin) (รูปที่ 2.16) เป็นสารฟลาโวนอยด์กลุ่ม ฟลาวานอลส์ พบมากในชาเขียวซึ่งมี 4 ชนิด ได้แก่ epicatechin (EC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG),(-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) 17 สาร EGCG เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุดในชาเขียวคือประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

ควอซีติน (quercetin) (รูปที่ 2.16) เป็นสารฟลาโวนอยด์ที่มีมากที่สุด โครงสร้างประกอบด้วยวงแหวนเบนซีน 3 วง และมีหมู่ไฮดรอกซี 5 หมู่ ควอซีตินในธรรมชาติพบในรูปของอะกลัยโคน (ในโครงสร้างมีโมเลกุลน้ำตาลจับอยู่) ร่างกายมนุษย์สามารถดูดซับควอซีตินเข้ากระแสโลหิตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ควอซีตินพบมากในอาหารต่างๆ ไป เช่น แอปเปิล ชา หัวหอม เกล็ด ผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ กะหล่ำดอก ผักคะน้าและกะหล่ำปลี ควอซีตินมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์มากมาย เช่น ช่วยปรับปรุงระบบหมุนเวียนโลหิต ลดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ด้านภาวะอักเสบและอาการแพ้ต่างๆ ฤทธิ์ทางชีวภาพทั้งหมดนี้เกิดจากการต้านการเกิดออกซิเดชันที่มีอยู่สูงของควอซีตินโดยการจับกับอนุมูลอิสระที่จะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ LDL การต้านภาวะอักเสบของควอซีตินนั้นเกิดจากการยับยั้งเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งไม่ทำให้บาโซฟิลส์ (basophils) แดก ฮีสตามีน (histamine) จึงไม่ถูกปล่อยออกมา ทำให้เลือดไม่คั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (อังกฤษ: radical และมีการใช้ free radical) หมายถึง สารซึ่งมีอิเล็กตรอนซึ่งไม่มีคู่ออยู่ในวงรอบของอะตอม หรือโมเลกุล ซึ่งสารอนุมูลอิสระ (Free Radical) คือ โมเลกุลซึ่งขาดอิเล็กตรอนไป 1 ตัว หรือได้รับอิเล็กตรอนจากภายนอกเพิ่มเข้ามาอีก 1 ตัว ปกติโมเลกุลในร่างกายจะมีอิเล็กตรอนวิ่งเป็นวงรอบเป็นจำนวนคู่ ซึ่งจะทำให้โมเลกุลนั้นคงตัว ในกรณีที่มีการสูญเสียหรือมีการเพิ่มของอิเล็กตรอนเพียงตัวเดียว จะทำให้โมเลกุลนั้นไม่มั่นคงกลายเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นตัวอันตราย ต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียง ทำให้โมเลกุลที่ถูกแย่งอิเล็กตรอนไปกลายเป็นอนุมูลอิสระแทน จึงต้องไปแย่งอิเล็กตรอนจากโมเลกุลข้างเคียงต่อไปอีกเรื่อย ๆ จนเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ (www.gotoknow.org/posts/264466, สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559)

2.6.1 ร่างกายก็มีกลไกที่จะกำจัดอนุมูลอิสระ เหล่านี้โดย 2 วิธี คือ

2.6.1.1. วิธีการใช้เอนไซม์ต่าง ๆ

ในร่างกาย เป็นกระบวนการต่อต้านอนุมูลอิสระของร่างกาย โดยร่างกายจะผลิตต่อต้านอนุมูลอิสระขึ้นเอง เช่น Superoxide dismutase (SOD) มีธาตุสังกะสี, ทองแดง, แมงกานีส เป็นองค์ประกอบ, Catalase (CAT), Glutathione peroxidase (GPX) มีธาตุซีลีเนียม เป็นองค์ประกอบ

2.6.1.2 วิธีการไม่ใช้เอนไซม์

เป็นการต่อต้านอนุมูลอิสระโดยการได้รับสารอาหาร หรือสารธรรมชาติอื่น ๆ จากการรับประทานเข้าสู่ร่างกาย ได้แก่ วิตามิน อี (α -tocopherol), เบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) และวิตามิน ซี เนื่องจากมีการสังเกตว่า เอนไซม์ต่าง ๆ ที่ใช้กำจัด อนุมูลอิสระ เช่น SOD มีได้จำกัด แต่สารที่สามารถทานเสริม ได้แก่ วิตามิน อี วิตามิน ซี เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างไม่จำกัดจากผัก ผลไม้ที่รับประทานเข้าไป เนื่องจาก เบต้าแคโรทีน มีมากในผักและผลไม้บางชนิด จึงมีการสนับสนุนให้ทานสิ่งเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น (<http://www.thaiclinic.com/antioxidant.html>, สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559)

2.6.2 อันตรายจากอนุมูลอิสระต่อระบบต่างๆของร่างกาย (วท.ม. เทคโนโลยีทางอาหาร)

2.6.2.1 อนุมูลอิสระกับระบบหลอดเลือดและหัวใจ

ในระบบหลอดเลือดและหัวใจ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถต่อต้านการเกิดปฏิกิริยาอนุมูลอิสระของโคเลสเตอรอลชนิดที่มีโทษต่อร่างกาย นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยป้องกันการอุดตันของหลอดเลือด และอาการหัวใจขาดเลือดรวมถึงอวัยวะอื่น ๆ เช่น สมอง อีกด้วย สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยป้องกันการสูญเสียความยืดหยุ่นของผนังหลอดเลือดและการอักเสบ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการป้องกันการเกาะตัวกันของแผ่นเลือด ซึ่งนำมาสู่การแข็งตัวเป็นก้อนของเลือดกับระบบหลอดเลือดและหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 อนุมูลอิสระกับระบบภูมิคุ้มกัน

ระบบภูมิคุ้มกันช่วยปกป้องร่างกายจากสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรค ทั้งภายในและภายนอกร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันยังทำหน้าที่ในการตรวจตรา และทำลายเซลล์มะเร็งต่าง ๆ ที่แปลกปลอมเข้ามา สารต้านอนุมูลอิสระมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการต่อสู้กับมะเร็งและเซลล์ที่มีการติดเชื้

2.6.2.3 อนุมูลอิสระกับเซลล์ประสาท

ในสมองพบว่าเซลล์ประสาทบางส่วนได้รับผลกระทบ และเกิดความเสียหายจากอนุมูลอิสระ ผลกระทบต่อเซลล์ประสาทนี้ ได้แก่ โรคเสื่อมของเซลล์ประสาท เช่น โรคพาร์กินสัน (Parkinson's disease) ที่มีอาการสั่น กล้ามเนื้อตายและการเคลื่อนไหวลำบาก โรคอัลไซเมอร์ (Alzheimer's disease) สามารถป้องกันเซลล์ประสาทจากอนุมูลอิสระ ที่เกิดขึ้นตามวัยที่เพิ่มขึ้นได้ โดยการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของการก่อตัวของอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม ผลจากการป้องกันการก่อตัวของอนุมูลอิสระเมื่อเกิดขึ้นในช่วงแรก ๆ จะได้ผลที่ดีกว่า ดังนั้นจึงเป็นที่มั่นใจว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่จะสามารถช่วยปกป้องเซลล์สมองได้นั้น ควรเริ่มตั้งแต่แรกและดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ ตลอดช่วงชีวิต

2.6.2.4 อนุมูลอิสระกับการต่อต้านเซลล์มะเร็ง

เซลล์มะเร็งสามารถก่อตัวได้ เมื่อกลไกพันธุกรรมของเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง สาเหตุที่สนับสนุนการเกิดของเซลล์มะเร็ง ได้แก่ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม สารพิษจากสิ่งแวดล้อม รัังสี อาหารที่บริโภคเข้าไปและสาเหตุอื่น ๆ มะเร็งแต่ละชนิดมีความจำเพาะ และมีความเสี่ยงที่แตกต่างกัน จึงทำให้การบำบัดรักษาเป็นไปได้ยาก

แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อกลไกทางพันธุกรรมแก่เซลล์หลายชนิด และสนับสนุนให้เกิดความเสี่ยงต่อการก่อตัวของมะเร็งอีกด้วย การต่อต้านมะเร็งหลายชนิด สามารถทำได้โดยการบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่เหมาะสม เป็นที่น่าสังเกตว่าวิธีที่ดีที่สุด คือเริ่มบริโภคสารต้านอนุมูลอิสระ ก่อนที่มะเร็งจะเกิดขึ้นจะดีกว่า ที่จะบริโภคหลังจากที่มะเร็งได้เกิดขึ้นแล้ว

(<https://www.gotoknow.org/posts/264466>, สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559)

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (synthetic antioxidants) เช่น บีเอชเอ (butylated hydroxyanisole, BHA) เป็นวัตถุกันหืนที่นิยมใช้กันมากชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ บีเอชเอเป็นสารประกอบที่มีผลึกสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุน ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ สารผสม 2- และ 3- tert-butyl-4-hydroxyanisole หรืออาจใช้ร่วมกับแกลเลตหรือบีเอชที เพื่อให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น และบีเอชที (butylated hydroxytoluene, BHT) เป็นวัตถุกันหืนชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กัน เช่นเดียวกับบีเอชเอ แต่มีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อย บีเอชทีเป็นสารประกอบที่เป็นผลึกสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ไม่ละลายน้ำ และ propane-1,2-diol แต่ละลายในแอลกอฮอล์ และให้กลิ่นฟีนอล (phenol) เช่นเดียวกัน มักนิยมให้ผสมกับวัตถุกันหืนชนิดอื่น เพื่อเสริมให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น นิยมใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ผ่านการอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาหาร ประเภท ไขมันสัตว์ น้ำมันพืช ผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผลิตภัณฑ์ปลา และน้ำมัน หอมระเหย

2.7 การตรวจสอบสารต้านอนุมูลอิสระทำได้หลายวิธี

2.7.1 การตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic compound)

การตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu (Singleton และ Rossi, 1965) โดยนำสารสกัดที่ละลายด้วยเอทานอล จำนวน 50 ไมโครลิตร ผสมกับ Folin reagent จำนวน 250 ไมโครลิตร และสารละลายร้อยละ 20 โซเดียมคาร์บอเนต จำนวน 250 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปวัดหาปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของ gallic acid และค่าการดูดกลืนแสงในหน่วย gallic acid equivalents (GAE) มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง

2.8 DPPH assay / การวิเคราะห์การเป็นสารต้านออกซิเดชัน

DPPH assay เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ซึ่งใช้ reagent คือ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการวิเคราะห์ ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง

2.8.1 หลักการ

DPPH เป็น stable radical ในตัวทาลละลายเมทานอล (methanol) สารละลายนี้มีสีม่วง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 515-517 นาโนเมตร (nm) โดย DPPH• จะเกิดปฏิกิริยากับ antioxidant (AH) หรือกับ radical species (R•)



2.8.2 วิธีการ

เมื่อ DPPH• ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายสีม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ BHT ถ้าตัวอย่างมีความสามารถในการต้านออกซิเดชันได้สูง ความเข้มของสารละลายสีม่วงจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 เตรียมสารละลายมาตรฐาน BHT

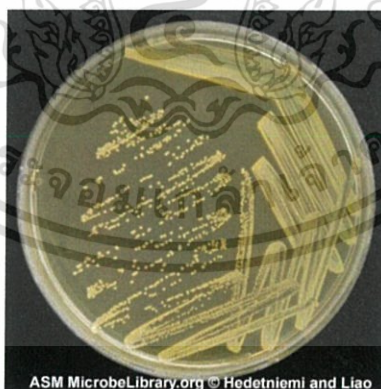
เป็นสารมาตรฐานที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ใน absolute ethanol วัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-VIS spectrophotometer เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.9 แบคทีเรียก่อโรคในอาหาร (ภัทรชัย, 2549)

โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารซึ่งมีแบคทีเรียเป็นสาเหตุมี 3 ประเภทได้แก่ โรคที่เกิดจากการ รับประทานอาหารที่มีสารพิษซึ่งสร้างจากแบคทีเรียโดยผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องได้รับเชื้อเข้าไป (food intoxication or food poisoning) เช่นโรคที่เกิดจากเชื้อ *Staphylococcus aureus* โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อก่อโรคทางเดินอาหาร ซึ่งยังมีชีวิตเข้าไป (food infection) เช่นโรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* และ โรคที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีแบคทีเรียซึ่งยังมีชีวิตและ สามารถสร้างสปอร์และสารพิษได้เข้าไป (food toxicoinfection) เช่น โรคที่เกิดจากเชื้อ *Bacillus cereus*

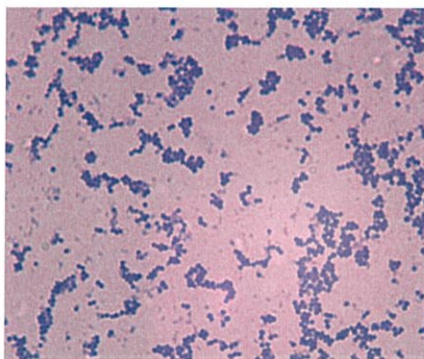
2.9.1 *Staphylococcus*

Staphylococcus เป็นเชื้อแบคทีเรียในแฟมิลี Micrococcaceae อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปและเป็นเชื้อประจำถิ่นอยู่ตามผิวหนังได้แก่ *S. aureus* ซึ่งพบว่าเป็นเชื้อ staphylococci ที่ก่อโรคในคนได้บ่อยที่สุดและ อาศัยบริเวณช่องจมูกส่วนหน้า



รูปที่ 2.17 ลักษณะโคโลนีของ *S. aureus* ที่เจริญบนอาหารแข็ง Luria Agar
ที่มา : <http://lib.jiangnan.edu.cn/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 รูปร่างและการติดสีย้อมของ *S. aureus* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

กำลังขยาย 100 เท่า

ที่มา : <http://atlas.microumftgm.ro/bacteriologie/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

S. aureus (รูปที่ 2.17 และ 2.18) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปกลม (gram positive cocci) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ ประมาณ 0.5-1.5 ไมโครเมตร อาจพบอยู่เป็นคู่ ต่อกันเป็นสายสั้น หรือ รวมกลุ่มคล้ายพวงองุ่น ไม่สามารถ เคลื่อนที่ได้ ไม่สร้างสปอร์ โคโลนิามีลักษณะสีเหลือง เหลืองทอง ส้ม และขาว เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) สร้างเอนไซม์ catalase และ coagulase ได้ ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญที่ใช้แยก เชื้อ *S. aureus* ออกจากเชื้อ staphylococci สปีชีส์อื่น ๆ เนื่องจากว่าเชื้อ staphylococci สปีชีส์อื่น ๆ นั้นไม่สามารถสร้างเอนไซม์ coagulase ได้ เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วงระดับ pH ต่ำสุด 4.2 สูงสุด 9.3 และช่วงที่เหมาะสมเป็น 7.0-7.5 เชื้อส่วนใหญ่เจริญได้ในที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 15 สามารถพบได้บ่อยในอาหารคืออาหารที่ทำด้วยแป้ง ขนมปังที่มีครีมหรือคัสตาร์ด ขนมหวานต่าง ๆ แยมและสัตว์ปีกมีความไวต่อยา vancomycin, cefazidime และ penicillin G เป็นต้น

S. aureus ที่ผลิตสารพิษ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกที่สามารถสังเคราะห์เอนไซม์ coagulase ได้ การปนเปื้อน ของเชื้อเกิดการโอหรือจามลงในอาหาร หรือ การได้รับเชื้อสารพิษ (enterotoxin) ภายในเซลล์ แล้วปล่อยออก นอกเซลล์สู่อาหารชนิดของสารพิษที่สร้างมี 5 ชนิด คือ A, B, C, D และ E ซึ่งมีคุณสมบัติทนความร้อน (heat-stable-toxin) ในระดับอุณหภูมิพาสเจอร์ไรส์ คือ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และ ยังทนความร้อนระดับ 143.3 องศาเซลเซียส นาน 9 วินาที ซึ่งเป็นระดับความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อในน้ำนมแบบ ultra high temperature สารพิษชนิดนี้ไม่ทำให้รูปสัมผัสของอาหารมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ผู้บริโภคจึงไม่สามารถทราบได้ว่ามีสารพิษเกิดขึ้นในอาหาร สารพิษนี้จะไปออกฤทธิ์ที่เยื่อลำไส้ ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และท้องเดิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการป่วยจะดีขึ้นในเวลา 8-24 ชั่วโมง การป้องกัน ทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทำความสะอาดวัตถุดิบก่อนนำไปปรุงอาหาร การประกอบอาหารอย่างถูกวิธีโดยให้ความร้อนอย่างเพียงพอ การทำอาหารให้มีความร้อนอย่างเพียงพอก่อนที่จะรับประทาน เช่น อาหารกระป๋อง เป็นต้น การรักษาความสะอาดและสุขอนามัยที่ดีของผู้สัมผัสอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้ นอกจากนี้ควรตรวจสอบสภาพผู้ที่ปรุงอาหาร หากพบว่าเป็นพาหะของเชื้อโรค ก็ไม่ควรปรุงอาหาร

2.9.2 *Bacillus*

Bacillus เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปแท่ง (gram-positive bacilli) ในแฟมิลี Baeillaceae ขนาดประมาณ $0.5-1.0 \times 3-10$ ไมโครเมตร ยกเว้น *B. cereus* และ *B. anthracis* ซึ่งจะมีความกว้างประมาณ 1.4 ไมโครเมตร พบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวหรือเรียงตัวเป็นสาย บางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วย peritrichous flagella สร้างสปอร์ที่ทนความร้อนสูง (endospore) ภายในเซลล์ในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น สร้างสารพิษที่เรียกว่า enterotoxin ต้องการอากาศในการเจริญ (aerobe) หรือเจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส ช่วง pH 4.9-9.3 พบได้ในธรรมชาติทั่วไปและมีบทบาทสำคัญในอาหารและพบได้ในอาหารหลายชนิด เช่น *B. cereus* และ *B. subtilis*



รูปที่ 2.19 รูปร่างและการติดสีย้อมของ *B. cereus* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

ที่มา : <https://www.pinterest.com/cargosan9/microbiologics/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

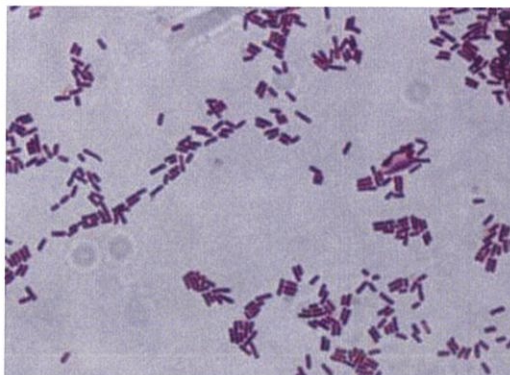


รูปที่ 2.20 ลักษณะโคโลนีของ *B. cereus* บนอาหารแข็ง nutrient agar

ที่มา : <http://www.gettyimages.com/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

B. cereus (รูปที่ 2.19 และ 2.20) มักพบในข้าวผลิตภัณฑ์อาหารจำพวก แป้งที่มีความชื้นสูง ผักสลัด เนื้อสด พุดดิ้งซอส และ ซุปเป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคท้องเสียหรืออาเจียน ผู้ป่วยต้องได้รับเชื้อ 10^6 - 10^7 เซลล์ต่อกรัม จึงทำให้เกิดโรคได้ ส่วนใหญ่มักเกิดจากการปล่อยให้อาหารค่อม ๆ เย็นลงอย่างช้า ๆ ภายหลังจากการปรุงอาหารโดยใช้ความร้อน สปอร์ของเชื้อที่ยังคงรอดชีวิตอยู่จะสามารถงอกออกมาได้เมื่ออาหารมีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียสเมื่อสปอร์งอกเป็นเซลล์ปกติแล้ว จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนมีปริมาณเชื้อมากพอในการสร้างสารพิษ ชนิดของสารพิษจะทำให้เกิดอาการของโรคที่ต่างกัน สารพิษชนิดที่หนึ่งทำให้เกิดอาการท้องเสีย (diarrheal form) เกิดจากพิษที่เป็นโปรตีนที่ทนความร้อนผู้ป่วยจะมีอาการท้องเสียภายหลังจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไป 6-12 ชั่วโมง อาการอื่น ๆ คือปวดท้อง คลื่นไส้แต่ไม่อาเจียนหรือมีไข้และสามารถหายได้เองภายใน 24 ชั่วโมง ซึ่งคล้ายกับการป่วยที่เกิดจากเชื้อ *Clostridium perfringens* สารพิษชนิดที่สองทำให้เกิดอาการอาเจียน (emetic form) เกิดจากพิษที่เป็นโปรตีนที่ทนความร้อน ผู้ป่วยจะมีอาการอาเจียนภายหลังจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไป 1-5 ชั่วโมง อาการอื่น ๆ คือ คลื่นไส้ ปวดท้อง ท้องเสีย ซึ่งคล้ายกับการป่วยที่เกิดจากเชื้อ *S. aureus* การป้องกันทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเก็บอาหารในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนอย่างเพียงพอในการปรุงอาหารและการอุ่นอาหารที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 รูปร่างและการติดสีย้อมของ *B. subtilis* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์
กำลังขยาย 100 เท่า

ที่มา : <https://www.pinterest.com/cargosan9/microbiologics/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)



รูปที่ 2.22 ลักษณะโคโลนีของ *B. subtilis* บนอาหารแข็ง nutrient agar

ที่มา : <https://www.canyons.edu/Faculty/takedad/Pages/Bacteria-Plates.aspx>
(สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

B. subtilis (รูปที่ 2.21 และ 2.22) มักพบในอาหารจำพวกเนื้อสัตว์และพลาสติก รวมทั้งข้าว
ที่ใส่เนื้อสัตว์หรืออาหารทะเลสามารถก่อโรคท้องร่วง โรคปอดบวมชนิดรุนแรง การติดเชื้อใน
กระแสเลือด โรคผิวหนังอักเสบ และการติดเชื้อของบาดแผลผ่าตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *Bacillus* ส่วนใหญ่ไวต่อยาในกลุ่ม aminoglycosides, macrolides, glycopeptides, fluoroquinolones, tetracyclines และ clindamycin แต่มักดื้อต่อยาในกลุ่ม extended-spectrum และ broad-spectrum cephalosporins เชื้อ *B. cereus* ไวต่อยา vancomycin และ clindamycin แต่ดื้อต่อยากลุ่ม penicillins และ cephalosporins

2.9.3 *Listeria*

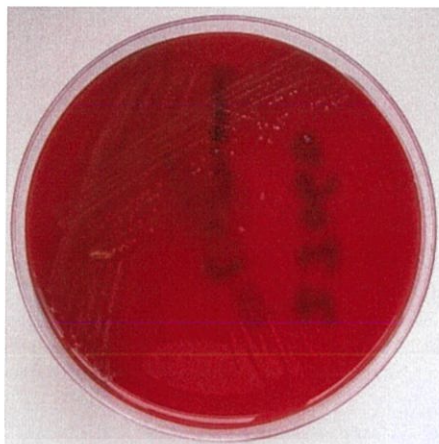
Listeria เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปแท่งขนาดประมาณ $0.4 - 0.5 \times 0.5 - 2.0$ ไมโครเมตร ส่วนใหญ่พบอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวหรืออาจเรียงตัวเป็นสายสั้น ๆ ไม่สร้างสปอร์ สร้างเอนไซม์ catalase เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีอากาศช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญ 30-37 องศาเซลเซียส สามารถเคลื่อนที่ได้เฉพาะเมื่อเจริญที่อุณหภูมิ 22-28 องศาเซลเซียส ด้วย peritrichous flagella 15 เส้นโดยลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบจำเพาะที่เรียกว่า tumbling (head-over-heels) motion ซึ่งเกิดจากการหมุนรอบตัวเองที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับแนวยาวของเซลล์ ก่อโรคในคนได้โดยเฉพาะเชื้อ *L. monocytogenes* ซึ่งสามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (hemolytic) ด้วยสาร listeriolysin ที่เชื้อผลิตขึ้นเองในช่วงการเจริญระยะ exponential

รูปที่ 2.23 รูปร่างและการติดสีย้อมของ *L. monocytogenes* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

กำลังขยาย 100 เท่า

ที่มา : <http://microbe-canvas.com/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ลักษณะโคโลนีของ *L. Monocytogenes* บนอาหารแข็ง horse blood agar
ที่มา : <https://commons.wikimedia.org/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

L. monocytogenes (รูปที่ 2.23 และ 2.24) พบได้ในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำเสีย ดิน ซากขยะ ซากเน่าเปื่อย ของสิ่งมีชีวิตอาหารสัตว์ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ดิบ ผลิตภัณฑ์จากนม (นม, เนยแข็งและไอศกรีม) และผักผลไม้ต่าง ๆ จึงสามารถพบการปนเปื้อนเชื้อในอาหาร น้ำ และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เป็นสาเหตุก่อโรคติดเชื้อที่เกิดจากอาหาร (foodborne infection) ผู้ที่รับประทานอาหารที่มีเชื้อ *L. monocytogenes* เข้าไปประมาณ 100-1,000 เซลล์อาจมีหรือไม่มีอาการป่วย หากมีอาการป่วยเกิดขึ้นจะพบภายหลังจากการรับประทานเชื้อเข้าไประหว่าง 1-7 วัน ในระยะเริ่มแรกจะมีอาการของโรคคล้ายไข้ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย มีไข้ และปวดศีรษะต่อมาเชื้อโรคจะบุกรุกผ่านทางเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งเชื้อมีความจำเพาะกับเนื้อเยื่อของระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดโรค listeriosis ที่สำคัญ คือ โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (meningitis) สมองอักเสบ (encephalitis) และการติดเชื้อในกระแสเลือด (septicemia) การป้องกันทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทำความสะอาดวัตถุดิบก่อนนำไปปรุงอาหารการแยกอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วออกจากอาหารสด การไม่ดื่มน้ำนมดิบหรือไม่รับประทานอาหารที่ทำจากน้ำนมดิบ และ การรักษาความสะอาดและสุขอนามัยที่ดีของผู้สัมผัสอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L. monocytogenes มีความไวต่อยา ampicillin (โดยใช้ร่วมกับยาในกลุ่ม aminoglycosides เช่น gentamicin), trimethoprim/sulfamethoxazole, imipenem, vancomycin, tetracycline, erythromycin, chloramphenicol และ rifampin มีความไวปานกลางต่อยาในกลุ่ม quinolones แต่ดื้อต่อยาในกลุ่ม cephalosporins โดยธรรมชาติ และบางสายพันธุ์ดื้อต่อยา tetracycline chloramphenicol และ macrolides

2.9.4 *Escherichia*

Escherichia เป็นเชื้อแบคทีเรียในแฟมิลี Enterobacteriaceae มีแหล่งที่อยู่สำคัญคือ ภายในทางเดินอาหารของคนและสัตว์ จึงอาจเรียกเชื้อนี้ว่า enteric bacteria หรือ coliform เชื้อที่พบว่าก่อโรคในคนได้บ่อยที่สุดคือ *E. coli*



รูปที่ 2.25 รูปร่างและการติดสีย้อมของ *E. coli* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า
ที่มา : <http://atlas.microumftgm.ro/bacteriologie/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)



รูปที่ 2.26 ลักษณะโคโลนีของ *E. coli* บนอาหารแข็ง MacConkey Agar

ที่มา : <http://lib.jiangnan.edu.cn/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

E. coli (รูปที่ 2.25 และ 2.26) เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง (gram-negative bacilli) ขนาดประมาณ $0.3-1.0 \times 1-6$ ไมโครเมตรสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วย peritrichous flagella ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งสภาวะมีและไม่มีอากาศ สร้างกรดและก๊าซจากสลายน้ำตาลกลูโคส สร้างกรดจากการสลายน้ำตาลแลคโตส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37-41 องศาเซลเซียส เจริญได้ที่ระดับ pH ต่ำสุด 4.4 สูงสุด 9.0 และช่วงที่เหมาะสม 6.0-7.0 สามารถก่อโรค ติดเชื้อที่สำคัญ ได้แก่ โรคติดเชื้อในทางเดินอาหารหรือโรคทางเดินอาหารอักเสบ โรคท้องร่วง โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ โรคติดเชื้อในทางเดินหายใจ โรคติดเชื้อในกระแสเลือด และโรคติดเชื้อของบาดแผล การป้องกันทำได้หลายวิธี ได้แก่ การรักษาความสะอาดและสุขอนามัยที่ดีของผู้สัมผัสอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้ การปรุงอาหารให้สุกด้วยความร้อนที่สูงเพียงพอ การแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำเพียงพอ และการป้องกันการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ระหว่างอาหารดิบและอาหารที่สุกแล้ว สามารถแบ่งแยกเชื้อ *E. coli* ที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ ได้ดังนี้

1. Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงกับทารกโดยเฉพาะทารกที่ถูกเลี้ยงในสถานที่ที่มีสุขาภิบาลไม่สะอาด ไม่ทำให้เกิดโรคในผู้ใหญ่ กลไกการก่อโรดยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ทราบว่าผู้ป่วยต้องรับประทานเชื้อเข้าไปในปริมาณมาก ประมาณ 10^6-10^9 เซลล์ต่อกรัม จึงจะมีอาการของโรค นั่นก็คือ ท้องร่วงแบบเป็นน้ำ (water diarrhea) ไม่มีเลือดปนมีไข่อ่อนใสและอาเจียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงกับเด็กและผู้ใหญ่ โดยเชื้อจะสร้าง สารพิษ enterotoxin ซึ่งเป็นสารที่ทนความร้อนหรือไม่ทนความร้อน ผู้ป่วยต้องรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มี เชื้อปนเปื้อนประมาณ 10^6 - 10^9 เซลล์ต่อกรัม จึงจะก่อโรคได้ ซึ่งมีระยะฟักตัว 1-2 วัน (โดยเฉลี่ยใช้เวลา 3-4 วัน) อาการของโรคคล้ายกับอหิวาตกโรค (cholera) มีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และ ถ่ายเหลวเป็นน้ำ โดยทั่วไป อาการจะไม่รุนแรง

3. Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงคล้ายโรคบิดที่เกิดจากเชื้อ *Shigella* เกิดได้ทุกวัยทั้งเด็กและผู้ใหญ่ เชื้อจะสร้างสารพิษชนิด polypeptide ที่สามารถบุกรุกเยื่อบุลำไส้ออกมาแล้วก่อ โรคได้ด้วยต้องได้รับเชื้อเข้าไป 10^6 เซลล์ จึงจะก่อโรคได้ โดยมีอาการประมาณ 7-12 วัน ได้แก่ เป็นตะคริวที่ท้อง ปวดเสีย ปวดศีรษะ หนาวสั่น มีไข้ และ ในอุจจาระที่ขับออกมาจะมีเชื้ออยู่เป็นจำนวนมาก

4. Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) เป็นเชื้อที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงโดยมีเลือดปนออกมา (hemorrhagic colitis) และยังปัสสาวะเป็นเลือด (hemorrhagic uremic syndrome ; HUS) เชื้อจะเกาะและเพิ่มจำนวนที่ลำไส้ พร้อมทั้งสร้างสารพิษ enterotoxin ออกมา ผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อเพียง 10-100 เซลล์ ก็สามารถเกิดโรคได้ อาการจะเกิดขึ้นภายหลังจากการรับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไป 3-9 วัน และมี อยู่ 4 วันได้แก่เป็นตะคริวที่ท้อง ถ่ายเหลว (ร้อยละ 35-75 อุจจาระเป็นเลือด) อาเจียนอาจมีไข้หรือไม่มี ลำไส้ใหญ่มีเลือดออกสารพิษ จะทำลายเม็ดเลือดแดง ทำให้เลือดจับตัวเป็นลิ่มในไต ไตจึงถูกทำลายและเกิดอาการไตวายในที่สุด โรคนี้สามารถเกิดได้กับคนทุกวัย พบมากในเด็กและทารก

E. coli มีความไวต่อยาหลายกลุ่มเช่น เช่น β -lactams, fluoroquinolones, tetracyclines, aminoglycosides และ sulfonamides แต่ปัจจุบันมีอัตราการดื้อยาสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและพบการคือยาต่อกลุ่ม extended-spectrum cephalosporins และ β -lactams (ยกเว้น cephamycins และ carbapenems)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.5 Salmonella

Salmonella เป็นเชื้อแบคทีเรียในแฟมิลี ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า สัตว์ปีก เต่า กบแมลงต่าง ๆ ดิน น้ำ และ สิ่งโสโครก ที่ปนเปื้อนด้วยอุจจาระ ชนิดของอาหารที่พบเชื้อนี้ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากเนื้อและนม ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคติดเชื้อได้ เช่นเดียวกับกับเชื้อ *Escherichia*

Salmonella เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง 0.3-1.0 x 1-6 ไมโครเมตร สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วย peritrichous flagella ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งสภาวะมีและไม่มีอากาศ สร้างก๊าซจากการสลายน้ำตาลกลูโคส ไม่สามารถสลายน้ำตาลแลคโตสได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH ที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 4.1-9.0 แบ่งออกเป็น 2 สปีชีส์คือ *S. enterica* และ *S. bongori* นอกจากนี้ *S. enterica* ยังแบ่งออกเป็น 6 สปีชีส์ย่อย ได้แก่ *S. enterica* subsp. *enterica* (subspecies I), *S. enterica* subsp. *Salamae* (subspecies II), *S. enterica* subsp. *arizonae* (subspecies IIIa), *S. enterica* subsp. *Diarizonae* (subspecies IIIb), *S. enterica* subsp. *houstenae* (subspecies IV) และ *S. enterica* subsp. *Indica* (subspecies VI) อย่างไรก็ตาม มีเพียงเฉพาะเชื้อใน subspecies I เท่านั้น ที่พบก่อโรคในคนและแยกได้จากสัตว์เลือดอุ่น เช่น *S. enterica* subsp. *enterica* serotype Typhimurium (*S. typhimurium*) ส่วนเชื้อใน subspecies II, IIIa, IIIb, IV, VI และ *S. bongori* มักพบในสัตว์เลือดเย็นและในสิ่งแวดล้อม หากมีการปนเปื้อนเชื้อนี้ลงในอาหารแล้วรับประทานอาหารนั้น ๆ เข้าไปเชื้อจะเกาะติดกับเยื่อเมือก ในลำไส้เล็ก และแพร่พันธุ์บนเยื่อลำไส้เล็กพร้อมกับสร้างสารพิษไม่ทนความร้อน (thermolabile enterotoxin) ที่ทำให้ลำไส้บวม เนื่องจากการสะสมของของเหลวในลำไส้ ผู้ป่วยต้องได้รับเชื้อเข้าไป 10^5 - 10^6 เซลล์ ภายหลังจากได้รับเชื้อเข้าไป 8-42 ชั่วโมง (โดยทั่วไป 24-36 ชั่วโมง) จะปรากฏ อาการของโรค อันได้แก่ เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ตัวเย็นมีไข้ เป็นต้นอาการป่วยจะนานประมาณ 2-3 วันบางรายอาจมีอาการป่วยนานกว่านี้ เมื่อผู้ป่วยหายจากโรคจะเป็นพาหะแพร่เชื้อต่อไปได้อีกหลายเดือน อาการของโรคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสุขภาพของแต่ละบุคคล สำหรับเด็กทารกและคนชราจะมีอาการรุนแรงจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ การป้องกันทำได้หลายวิธี ได้แก่ การให้ความร้อนอย่างเพียงพอในการพาสเจอร์ไรส์ (71.7 องศาเซลเซียส 15 นาที) การแช่เย็นอาหารที่ยังไม่รับประทานภายใน 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียสหรือแช่เยือกแข็ง การทำอาหารให้มีความร้อนอย่างเพียงพอก่อนที่จะรับประทาน การป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างอาหารดิบและอาหารที่สุกแล้ว และ การรักษาความสะอาดและสุขอนามัยที่ดีของผู้สัมผัสอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

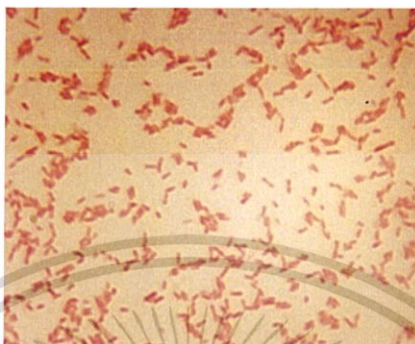
S. typhimurium ก่อให้เกิดโรค salmonellosis ในคนที่พบบ่อยที่สุด คือ โรคทางเดินอาหารอักเสบ โดยมีกลไกก่อโรคที่ยังไม่ทราบแน่ชัด มีคุณสมบัติที่ไวต่อยาในกลุ่ม quinolones, extended spectrum cephalosporin, ampicillin และ Trimethoprim / sulfamethoxazole แต่พบว่าดื้อต่อยา chloramphenicol มากขึ้น

Salmonella เป็นเชื้อแบคทีเรียในแฟมิลี ในระบบทำเดินอาหารของสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า สัตว์ปีก เต่า กบแมลงต่าง ๆ ดิน น้ำ และ สิ่งโสโครก ที่ปนเปื้อนด้วยอุจจาระ ชนิดของอาหารที่พบเชื้อนี้ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ นม และผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำจากเนื้อและนม ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคติดต่อได้เช่นเดียวกันกับเชื้อ *Escherichia*

Salmonella เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง $0.3-1.0 \times 1-6$ ไมโครเมตร สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วย peritrichous flagella ไม่สร้างสปอร์ เจริญได้ทั้งสภาวะมีและไม่มีอากาศ สร้างก๊าซจากการสลายน้ำตาลกลูโคส ไม่สามารถสลายน้ำตาลแลคโตสได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH ที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 4.1-9.0 แบ่งออกเป็น 2 สปีชีส์คือ *S. enterica* และ *S. bongori* นอกจากนี้ *S. enterica* ยังแบ่งออกเป็น 6 สปีชีส์ย่อย ได้แก่ *S. enterica* subsp. *enterica* (subspecies I); *S. enterica* subsp. *Salamae* (subspecies II), *S. enterica* subsp. *arizonae* (subspecies IIIa), *S. enterica* subsp. *Diarizonae* (subspecies IIIb), *S. enterica* subsp. *houtenae* (subspecies IV) และ *S. enterica* subsp. *Indica* (subspecies VI) อย่างไรก็ตาม มีเพียงเฉพาะเชื้อใน subspecies I เท่านั้น ที่พบก่อโรคในคนและแยกได้จากสัตว์เลือดอุ่น เช่น *S. enterica* subsp. *enterica* serotype Typhimurium (*S. typhimurium*) ส่วนเชื้อใน subspecies II, IIIa, IIIb, IV, VI และ *S. bongori* มักพบในสัตว์เลือดเย็นและในสิ่งแวดล้อม หากมีการปนเปื้อนเชื้อนี้ลงในอาหารแล้วรับประทานอาหารนั้น ๆ เข้าไปเชื้อจะเกาะติดกับเยื่อเมือก ในลำไส้เล็กและแพร่พันธุ์บนเยื่อลำไส้เล็กพร้อมกับสร้างสารพิษไม่ทนความร้อน (thermolabile enterotoxin) ที่ทำให้ลำไส้บวม เนื่องจากการสะสมของของเหลวในลำไส้ ผู้ป่วยต้องได้รับเชื้อเข้าไป 10^5-10^6 เซลล์ ภายหลังจากได้รับเชื้อเข้าไป 8-42 ชั่วโมง(โดยทั่วไป 24-36 ชั่วโมง) จะปรากฏ อาการของโรค อันได้แก่ เป็นตะคริวที่ท้อง ท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน ตัวเย็นมีไข้ เป็นต้นอาการป่วยจะนานประมาณ 2-3 วันบางรายอาจมีอาการป่วยนานกว่านี้ เมื่อผู้ป่วยหายจากโรคจะเป็นพาหะแพร่เชื้อต่อไปได้อีกหลายเดือน อาการของโรคจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสุขภาพของแต่ละบุคคล สำหรับเด็กทารกและคนชราจะมีอาการรุนแรงจนอาจทำให้เสียชีวิตได้ การป้องกันทำได้หลายวิธี ได้แก่ การให้ความร้อน

อย่างเพียงพอในการพาสเจอร์ไรส์ (71.7 องศาเซลเซียส 15 นาที) การแช่เย็นอาหารที่ยังไม่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดเป็นการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานภายใน 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 3-4 องศาเซลเซียสหรือแช่เยือกแข็ง การทำอาหารให้มีความร้อนอย่างเพียงพอก่อนที่จะรับประทาน การป้องกันการปนเปื้อนข้ามระหว่างอาหารดิบและอาหารที่สุกแล้ว และ การรักษาความสะอาดและสุขอนามัยที่ดีของผู้สัมผัสอาหารและอุปกรณ์ที่ใช้



รูปที่ 2.27 รูปร่างและการเคลื่อนที่ของ *S. typhimurium* เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

ที่มา : <http://atlas.microumftgm.ro/bacteriologie> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)



รูปที่ 2.28 ลักษณะโคโลนีของ *S. typhimurium* บนอาหารแข็ง MacConkey Agar

ที่มา : <http://lib.jiangnan.edu.cn/> (สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559)

S. typhimurium (รูปที่ 2.27 และ 2.28) ก่อให้เกิดโรค salmonellosis ในคนที่พบบ่อยที่สุดคือ โรคทางเดินอาหารอักเสบ โดยมีกลไกก่อโรคที่ยังไม่ทราบแน่ชัด มี คุณสมบัติที่ไวต่อยาในกลุ่ม quinolones, extended-spectrum cephalosporins, ampicillin และ trimethoprim แต่พบว่าไวต่อยา chloramphenicol มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัด

2.10.1 วิธี Disc diffusion techniques (อมรรัตน์ และคณะ, 2559)

วิธี Disc diffusion techniques เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถปฏิบัติง่าย สะดวก และรวดเร็ว รวมทั้งสามารถให้ผลที่แน่นอนและถูกต้อง การทดสอบวิธีนี้ใช้หลักการแพร่โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เติมลงบนกระดาษกรอง (filter paper disc) ซึ่งวางบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ที่ใช้ในการตรวจสอบไว้ จะแพร่จากจุดเริ่มต้น ไปในอาหารเลี้ยงเชื้อนั้น เมื่อระยะทางที่สารแพร่ออกไปเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารนั้นจะลดลงทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้นของสาร ณ จุดต่างๆกันรอบแผ่นกระดาษกรอง ในขณะเดียวกัน จุลินทรีย์บนผิวของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ถูกยับยั้งโดยสารออกฤทธิ์ ณ ความเข้มข้นของสารที่จุดใดๆ (ไกลกระดาษกรอง) ก็จะเจริญและเพิ่มจำนวนขึ้นจนเห็นได้ชัด แต่บริเวณใกล้กระดาษกรองซึ่งมีความเข้มข้นของสารมากพอที่จะยับยั้งเชื้อได้ จะไม่มีการเจริญของเชื้อให้เห็นจึงเกิดเป็นโซนใส (inhibition zone) ขึ้น อัตราการแพร่ของสารออกฤทธิ์ผ่านไปในอาหารเลี้ยงเชื้อมีอิทธิพลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใส ซึ่งจะบอกถึงความสามารถของสารที่นำมาทดสอบว่าสามารถยับยั้งเชื้อได้มากน้อยเพียงใด ผลการยับยั้ง จุลินทรีย์ วัดได้จากขนาดของโซนใสโดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใสจะแปรผกผันกับค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Minimal Inhibitory Concentration หรือ MIC)

2.10.1.1 การเตรียมแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

ใช้แบคทีเรียที่มีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง และความเข้มข้นของเชื้อที่ใช้ต้องในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมใช้เชื้อปริมาณ $10^5 - 10^7$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร วิธีการทำมีดังต่อไปนี้

1. เชื้อโคโลนีของเชื้อที่ต้องการทดสอบที่เพาะเลี้ยงไว้ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอายุประมาณ 24 ชั่วโมง มาประมาณ 2-3 โคโลนี นำมาใส่ในอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ในหลอดทดสอบปริมาตรหลอดละ 2 มิลลิลิตร
2. นำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อในข้อ 1) ไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำเชื้อจากข้อ 2) มาเจือจางให้ได้จำนวนแบคทีเรีย $10^5 - 10^7$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร โดยเจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วนำไปวัดความขุ่นให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร เท่ากับ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ในการทดสอบนี้จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งโดยวิธี Agar diffusion โดยใช้อาหาร Plate count agar (PCA)

2.6.1.3 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์

1. เขียนที่จานอาหารแข็ง เพื่อระบุตำแหน่งที่จะวางแผ่นกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.29 ตำแหน่งที่จะวางแผ่นกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง
ที่มา : อมรรัตน์ และคณะ (2559)

2. วิธีเพาะแบคทีเรียลงบนอาหารทดสอบ ใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อชุบแบคทีเรียที่ปรับความชื้นไว้โดยมีปริมาณเชื้อประมาณ $10^5 - 10^7$ เซลล์ต่อมิลลิเมตร แล้วบิดให้แห้งพอหมาด ๆ กับข้างหลอดทดลอง จากนั้นทำการทำให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยลากเส้นผ่านศูนย์กลาง จานเพาะเลี้ยงเชื้อแล้วป้ายเป็นเส้นตั้งฉากผ่านเส้นที่ลากไว้ถี่ ๆ ให้ทั่วผิวหน้าแล้วหมุนจานเพาะเชื้อ ไปประมาณ 60 องศา แล้วป้ายเช่นกันทำเช่นนี้ 3 ครั้ง เพื่อให้แบคทีเรียกระจายสม่ำเสมอทั่วผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ประมาณ 3 - 5 นาทีเพื่อให้ส่วนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง

3. การทดสอบสารสกัด โดยใช้กระดาษกรองปราศจากเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ใช้ปากคีบ (forceps) คีบกระดาษวางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ข้างต้นแล้วกดเบาๆ มาวางที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้

4. หยดตัวอย่างสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลที่จะทดสอบวางใส่ลงแผ่นกระดาษกรอง คนละตำแหน่งตามลำดับตำแหน่งละ 10 ไมโครลิตร รวมทั้งหยดตัวทำละลายนั้นๆ เป็น control โดยใช้ automatic pipette ที่ปราศจากเชื้อ เสร็จแล้วนำจานเพาะเชื้อที่นี้ไปเลี้ยงที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมงแล้วนำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของบริเวณที่ไม่มีแบคทีเรียขึ้น (inhibition zone) โดยวัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การอ่านผล เมื่อบ่มเชื้อจนครบ 16 -18 ชั่วโมง แล้ว ให้วัดขนาดของโซนใสที่เกิดขึ้น โดยวัดจากขอบโซนข้างหนึ่งไปยังขอบโซนอีกข้างหนึ่ง โดยให้ผ่านจุดศูนย์กลางของ paper disc ด้วย บันทึกลง หน่วยเป็นมิลลิเมตร (ขอบโซนที่วัดต้องเป็นโซนที่ชัด ถ้ามีเชื้อขึ้นบางๆ ให้ถือว่าบริเวณนั้นยังมีปริมาณยาหรือสารสกัดชีวภาพสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้

2.10.2 วิธี Agar well diffusion (บงกชวรรณ และคณะ, 2554)

ทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดโดยนำเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารข้ามคืนไปกระจายตัว ใน Trypticase soy broth 1 มิลลิลิตร ให้มีความขุ่นเทียบเท่า McFarland standard No. 0.5 (ประมาณ 1×10^8 CFU/mL) นำไม้พ่นสำลีจุ่มเชื้อบิดข้างหลอดแก้วพทหมดแล้วนำไปเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าของ Mueller-Hinton agar/Sabouraud's dextrose agar จากนั้นเจาะหลุมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตร แล้วหยดสารสกัดที่เตรียมไว้ปริมาณ 100 ไมโครลิตร บ่มเพาะเลี้ยงในตู้ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำออกมาอ่านผลโดยการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ บริเวณที่เกิดการยับยั้ง

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัญญา และคณะ (2558) ศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากพลูควาว กระเทียม และกระวาน ด้วยเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ต่อการยับยั้งแบคทีเรียด้วยวิธี paper disc diffusion และหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อด้วยวิธี broth dilution test พบว่าสารสกัดหยาบจากพลูควาวและกระเทียมสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ โดยสารสกัดหยาบจากกระเทียมแสดงฤทธิ์การยับยั้งและฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้หลายสายพันธุ์กว่าสารสกัดหยาบชนิดอื่น สารสกัดหยาบจากพลูควาวสามารถยับยั้งและฆ่า *Proteus vulgaris* ได้โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อ (MBC) เท่ากับ 6.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดหยาบจากกระเทียมสามารถยับยั้ง *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *P. vulgaris* โดยมีค่า MIC และ MBC เท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สามารถยับยั้งและฆ่า *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 และ *Vibrio parahaemolyticus* ด้วยค่า MIC และ MBC เท่ากับ 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้ง *Bacillus cereus* และ *V. cholerae* (MIC และ MBC เท่ากับ 6.25 และ 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) และแสดงค่าการยับยั้ง *B. subtilis* ได้ดีที่สุดในลำดับ โดยมีความ MIC และ MBC เท่ากับ 3.13 และ 6.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับสารสกัดหยาบกระวานสามารถยับยั้งได้เพียง *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 โดยมีความ MIC เท่ากับ 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัณฐรมณี และคณะ (2556) ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TPC) และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพริกหวานหลากสี ที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างกัน โดยใช้พริกหวานที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง ได้แก่ พริกหวานสีเขียว แดง และเหลือง นำมาสกัดด้วยเฮกเซน-เอทิลอะซิเตท และเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร โดยใช้เครื่องสกัดของกึ่งเหลว การวิเคราะห์ปริมาณ TPC ทำโดยวิธี Folin-Ciocalteu และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing antioxidant power (FRAP) และ oxygen radical absorbance capacity (ORAC) พบว่า พริกหวานสีเขียวที่สกัดโดยเฮกเซนมีปริมาณ TPC และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาเป็นพริกหวานสีแดงและเหลืองตามลำดับ แต่สารสกัดของพริกหวานสีแดงมีปริมาณ TPC และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทและเอทานอล รองลงมาเป็นพริกหวานสีเหลืองและเขียวตามลำดับ สำหรับพริกหวานที่สกัดโดย เอทานอลพบว่ามีปริมาณ TPC และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาเป็นเอทิลอะซิเตทและเฮกเซน ตามลำดับและจากผลการทดลองพบว่า TPC และสารต้านอนุมูลอิสระมีสมบัติที่ละลายในสารละลายที่มีขี้ได้ดีกว่าละลายในสารละลายที่ไม่มีขี้

จิรวัดน์ และคณะ (2549) ทำการศึกษาการสกัด Capsicum Oleoresin จากพริกแดงและพริกชี้ฟ้าที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟสุญญากาศแบบถังหมุน ด้วยวิธี Fischer extraction เพื่อหาชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ผลผลิตและค่าความเข้มของแสงสีแดง (ASTA value) ของ Capsicum oleoresin โดยการศึกษาการสกัดนี้ ใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ acetone, methanol, และ hexane ที่อุณหภูมิ 50, 60, และ 70 องศาเซลเซียส เวลา 4.5 และ 6 ชั่วโมง พบว่าสภาวะสกัดที่เหมาะสมสำหรับ Capsicum oleoresin ของพริกแดงและพริกชี้ฟ้าคือ การใช้ตัวทำละลาย methanol ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมง และจากการนำ Capsicum oleoresin ที่สกัดได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาทำการหาปริมาณสารเผ็ดคือ capsaicin และ dihydrocapsaicin พบว่าทั้งพริกแดงและพริกชี้ฟ้ามีปริมาณ capsaicin มากกว่า dihydrocapsaicin โดยพริกแดงและพริกชี้ฟ้ามีปริมาณ capsaicin 1260.55 ppm. และ 510.85 ppm. ปริมาณ dihydrocapsaicin เป็น 525.36 ppm. และ 142.26 ppm. ตามลำดับ และเมื่อนำไปหาปริมาณแคโรทีนอยด์พบว่าพริกแดงมีปริมาณแคโรทีนอยด์ 323.73 µg/g และพริกชี้ฟ้ามี 268.13 µg/g ซึ่งปริมาณแคโรทีนอยด์ดังกล่าวนี้จะสัมพันธ์กันกับค่าความเข้มของสีแดง (ASTA color value) คือ ค่าความเข้มของสีแดงสูงปริมาณแคโรทีนอยด์จะสูงด้วย ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพริกแดงมีความเหมาะสมในการสกัด capsicum oleoresin มากกว่าพริกชี้ฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณัฐชยธร และคณะ (2557) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (TPCs) ของพริกท้องถิ่นในไทย ได้แก่ พริกเหลือง พริก กะเหรียง พริกหยวก พริกชี้หนูแดง พริกจินดาเขียว พริกจินดาแดง พริกหนุ่ม และพริกชี้ฟ้า โดยทำการประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay, ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay และ oxygen radical absorbance capacity (ORAC) assay ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมจะประเมินด้วยวิธี Folin–Ciocalteu assay ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากพริกหนุ่มและพริกกะเหรียงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (DPPH มีค่าเท่ากับ 12.881-14.915 $\mu\text{M TE/g}$, FRAP มีค่าเท่ากับ 78.773-79.152 $\mu\text{M TE/g}$ และ ORAC มีค่าเท่ากับ 451.970-464.843 $\mu\text{mole Trolox/g}$) และค่า TPCs (8.965-11.062 $\mu\text{M TE/g}$) สูงที่สุด ในขณะที่สารสกัดจากพริกจินดาเขียวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด (DPPH มีค่าเท่ากับ 7.705 $\mu\text{M TE/g}$, FRAP มีค่าเท่ากับ 38.097 $\mu\text{M TE/g}$, ORAC มีค่าเท่ากับ 282.174 $\mu\text{mole Trolox/g}$ และ TPCs มีค่าเท่ากับ 4.819 $\mu\text{M TE/g}$)

สัมพันธ์ และคณะ (2556) ศึกษาการสกัดสารจากพริก โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัด ได้แก่ การสกัดแบบ Reflux และการสกัดแบบการหมัก ในพริกสายพันธุ์ต่างๆ จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กะเหรียงพันธุ์ชี้หนูเม็ดใหญ่ และพันธุ์หัวเรือ การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค 2 ชนิด คือ *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ด้วยวิธี Paper disc agar diffusion พบว่าสารสกัดพริกด้วยวิธี Reflux มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *B.cereus* และ *E.coli* สารสกัดของพริกกะเหรียงสีแดงซึ่งสกัดด้วยวิธีการ Reflux มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *B.cereus* ได้ดีที่สุดซึ่งวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเฉลี่ยมีค่าเท่า 14.39 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดพริกหัวเรือสีเขียวโดยวิธีการ Reflux มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตต่อเชื้อ *E.coli* ได้สูงสุด และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งมีค่า 9.32 มิลลิเมตร

Dong และคณะ (2014) ศึกษาขั้นตอนสำหรับการสกัดสารแคปไซซินอยด์และสารสีแดงจากพริกแดงสด (Fresh Red Pepper, FRPs) ในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยสิ่งที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ได้แก่ การสกัดสารแคปไซซินอยด์จากพริกแดงสด (FRPs) โดยที่ไม่ผ่านกระบวนการทำให้แห้งโดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล 40-50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการสกัดสารสีแดงจากกากหรือส่วนของพริกที่เหลือหลังจากการสกัดสารแคปไซซินอยด์ออกไปแล้วโดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งสารสีแดงที่สกัดได้จะไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ผ่านการอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเผ็ดเหลืออยู่ โดยใช้อัตราส่วนของตัวทำละลายต่อส่วนของพริกที่เหลือจากการสกัดเป็น 4 มิลลิลิตรต่อกรัม และใช้ระยะเวลาในการสกัด 120 นาที ซึ่งผลได้จากการสกัดสารสีแดงเท่ากับ 89.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสารสีแดงทั้งหมดในพริกแดงสด (FRPs) ซึ่งคิดเป็น 2.2 เท่าของพริกแดงแห้ง (Dry Red Peppers ,DRPs) เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเดิมแล้วพบว่า กระบวนการใหม่เป็นวิธีที่ง่าย และให้ผลได้จากการสกัดของสารสีแดงสูงกว่า โดยไม่เหลือความเป็นพิษของตัวทำละลายตกค้าง

Dorantes และคณะ (2000) ทำการศึกษายับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* และ *Bacillus cereus* โดยใช้สารสกัดจากพริก (*Capsicum annuum*) 3 สายพันธุ์ รวมทั้งสารสกัดจากพริกไทยสายพันธุ์ habanero, serrano และ pimiento morrón พบว่า *Listeria monocytogenes* มีการตอบสนองต่อสารสกัดไวที่สุด ในขณะที่ *Salmonella typhimurium* สามารถทนสารสกัดได้มากที่สุด และจากการนำสารสกัดจากพริกมาวิเคราะห์โดยใช้ HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร capsaicin dihydrocapsaicin cinnamic acid *m*-coumaric acid และ *o*-coumaric acid ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิดได้

Guadarrama-Lezama และคณะ (2012) ทำศึกษาการสกัดแคโรทีนอยด์จากพริกหยวก (*C. annuum* L. *grossum* Sendt) ด้วยน้ำมันบริโภค 3 ชนิด ร่วมกับการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเวลา 5 และ 10 นาที พบว่าน้ำมันข้าวโพดสกัดสารต้านอนุมูลอิสระและแคโรทีนอยด์ออกจากพริกดีกว่าน้ำมันดอกทานตะวันและน้ำมันดอกคำฝอย โดยสภาวะการสกัดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

Loizzo และคณะ (2015) ศึกษาปริมาณฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคปไซซินอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของพริกสด พริกที่ผ่านการต้ม และพริกแช่แข็ง จากพริก 4 ชนิด (*Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* และ *Capsicum chinense*) ซึ่งผลการทดลองนี้ได้แสดงให้เห็นว่าพริกสดมีปริมาณฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคปไซซินอยด์ สูงสุด ส่วนการต้มและการแช่แข็งส่งผลในเชิงลบต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยทั่วไปพริกสายพันธุ์ *C. annuum* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลและแคปไซซินอยด์ที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soetarno และคณะ (1997) ทำการศึกษาสัณฐานวิทยา 3 ชนิดด้วยเอทานอลได้แก่ *Capsicum frutescens* L., *Capsicum annum* L. และ *Capsicum annum* L. var. *longum* (Solanaceae) ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ และเชื้อรา จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบด้วยวิธี Bioautographic พบว่าสารแคปไซซินเป็นส่วนประกอบหลักที่มีฤทธิ์การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ และมีสารประกอบที่ไม่มีความเป็นขั้วอย่างน้อย 2 ชนิดในสารสกัดด้วยเอทานอล มีแนวโน้มในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa*

Vera-Guzmán และคณะ (2011) รายงานปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของพริกเม็กซิกันเฉลี่ย 113.2-262.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด ซึ่งการที่แคปไซซิน มีสมบัติละลายในน้ำได้เล็กน้อย และละลายได้ดีในไขมัน การใช้น้ำมันพืชจึงช่วยให้การสกัดได้ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

1. พริกชี้หนู (*capsicum annum* L.) พันธุ์จินดา ระยะที่เป็นผลสีเขียวและผลสีแดง
ซื้อจากสวนพริก ตำบลคิ่งตะเกา อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์

3.1.2 เชื้อแบคทีเรียทดสอบ

เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้รับความอนุเคราะห์จาก สถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้แก่

3.1.2.1 เชื้อแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่

1. *Bacillus cereus* TISTR 5040
2. *Bacillus subtilis* TISTR 6633
3. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
4. *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256

3.1.2.2 เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่

1. *Salmonella typhimurium* TISTR 1469
2. *Escherichia coli* ATCC 25299

3.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

3.1.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Mueller Hinton Broth ยี่ห้อ Himedia
2. Nutrient agar (NA) ยี่ห้อ Himedia
3. ฐัน (agar)

3.1.3.2 สารเคมี

1. เอทานอลร้อยละ 95 (Ethanol)
2. Ethyl Alcohol Absolute ยี่ห้อ MACRON FINE CHEMICALS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) ยี่ห้อ EMSURE
4. แบเรียมคลอไรด์ (Barium chloride) ยี่ห้อ Loba Chemie
5. กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) ยี่ห้อ Quality Reagent Chemical (QREC)
6. โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (potassium dihydrogen phosphate)

ยี่ห้อ EMSURE

7. DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ยี่ห้อ SIGMA
8. Folin-Ciocalteu's phenol reagent ยี่ห้อ VMR CHEMICALS
9. กรดแกลลิก โมโนไฮเดรต (Gallic acid monohydrate) ยี่ห้อ SIGMA-

ALDRICH

10. BHT (2,6-Di-*tert*-butyl-4-methylphenol) ยี่ห้อ ALDRICH
11. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) ยี่ห้อ MERCK
12. โพแทสเซียม อะซิเตท (Potassium acetate) ยี่ห้อ Riedel-de Haen
13. อะลูมิเนียม คลอไรด์ (Aluminium chloride) ยี่ห้อ Ajax Finechem

3.1.3.3 ยาปฏิชีวนะ

1. เจนตามัยซิน (Gentamicin)

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
2. เครื่องบดอาหารแห้ง (blender)
3. ตู้บลมร้อน (hot air oven) ของบริษัทกล้วยน้ำไทย
4. เครื่องเขย่า (shaker) ยี่ห้อ GALLENKAMP
5. ชุดกรองสุญญากาศ (vacuum funnel) ยี่ห้อ PALL Life Sciences ของบริษัท

พี.อินเตอร์ เทรด อีควิปเมนท์ จำกัด

6. เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) ยี่ห้อ Heidolph
7. ไมโครปิเปต ขนาด 20-200, 100-1000 ไมโครลิตร
8. ที่เจาะจุกคอร์ก เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (cork borer)
9. ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ยี่ห้อ Binder รุ่น BD 240
10. ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar air flow) MICROTECH ของบริษัท แล็บ ไมโคร จำกัด

11. หม้อนึ่งอัตโนมัติ (autoclave) ยี่ห้อ HIRAYAMA รุ่น HVE-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น UV-1201V

13. เครื่องอ่านปฏิกิริยานบนไมโครเพลท (Microplate Reader) ยี่ห้อ FLUOStar Omega จาก Scientific Promotion, Ltd.

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา ผลสีเขียวและสีแดง ไปล้างทำความสะอาดและแช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) ความเข้มข้น 0.75 กรัมต่อลิตร เพื่อกำจัดสิ่งตกค้างบริเวณผิวพริก เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดสองครั้งและนำพริกมาผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำพริกผลสีเขียวและสีแดง นำมาแยกส่วนที่เป็นเนื้อและส่วนที่เป็นเมล็ด ออกจากกัน แล้วนำไปทำให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน (hot air oven) โดยใช้อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน และนำพริกแต่ละส่วนที่ได้ไปบดขนาดประมาณ 1.5 เซนติเมตร แล้วนำไปบรรจุบรรจุใส่ถุงพลาสติก ปิดปากถุง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกระทั่งนำไปใช้ในการสกัดสาร

3.3.2 การสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและเมล็ดพริก (ดัดแปลงมาจาก Gurnani และคณะ, 2015)

ซึ่งตัวอย่างแต่ละส่วน ได้แก่ ส่วนของเนื้อเขียว ส่วนของเนื้อแดง ส่วนของเมล็ดเขียว ส่วนของเมล็ดแดง น้ำหนัก 25 กรัม มาสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ปริมาตร 300 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องเขย่า 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กรองส่วนใสเก็บไว้และทำการสกัดซ้ำ โดยใช้เอทานอลร้อยละ 70 ปริมาตรเท่าเดิม จากนั้นนำส่วนใสที่ได้มากรองแบบสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรองวัตต์แมน (whatman) เบอร์ 1 นำส่วนใสที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยแบบสุญญากาศ ที่ความดัน 175 มิลลิบาร์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ได้สารเข้มข้น บรรจุสารสกัดที่ได้ในขวดสีชา และปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปใส่ไว้ในโถดูดความชื้น (desiccator) เพื่อระเหยตัวทำละลายเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นเก็บสารสกัดที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.2.3 การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu method ที่ดัดแปลงมาจาก Kumar และคณะ (2008)

นำตัวอย่างสารสกัดหยาบจากพริกจินดาส่วนต่าง ๆ (ส่วนเนื้อพริกเขียว ส่วนเนื้อพริกแดง ส่วนเมล็ดพริกเขียว และส่วนเมล็ดพริกแดง) มาทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยนำสารสกัดหยาบจากพริกในส่วนต่าง ๆ ละลายในเอทานอลความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 6 มิลลิลิตร ในหลอดทดสอบ เติม Folin-Ciocalteu's phenol reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น ร้อยละ 20 ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เขย่าส่วนผสมให้เข้ากัน ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นและเขย่าส่วนผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำส่วนผสมไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) โดยใช้ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร โดยทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบในรูปของมิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อสารสกัด 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) โดยเทียบจากกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดแกลลิก (0.10, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และค่าดูดกลืนแสง

3.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัด (Total Flavonoids Content) ด้วยวิธี Colorimetric aluminum chloride โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Prommuak และคณะ (2008)

นำสารสกัดจากพริกส่วนต่าง ๆ ที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมเอทานอลร้อยละ 70 ลงไป 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมโพแทสเซียม อะซีเตตความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) โดยความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์ในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคออสตินที่มีความเข้มข้น 6.25, 12.5, 25, 50, และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลย์ของเคออสตินต่อกรัมสารสกัด (mg of quercetin equivalent/g extract)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay (radical scavenging assay) โดยดัดแปลงวิธีจาก Likhitwitayawuid และคณะ (2006)

นำสารสกัดของพริกส่วนต่าง ๆ มาละลายด้วยเอทานอลให้มีความเข้มข้น 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่างสารสกัดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 20 ไมโครลิตรลงใน 96 well plate เติมสารละลาย DPPH (0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH ใน absolute ethanol) ปริมาตร 180 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัด ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader) ทำการทดสอบตัวอย่าง 5 ซ้ำ เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาร สกัดกับสารละลายมาตรฐาน BHT (12.5, 25, 50, 100, 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) นำค่าที่ได้มา ทำการคำนวณค่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ (% inhibition) ดังสมการ

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง (\% inhibition)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A_0 คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

A_1 คือค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH และ สารสกัด หรือ สารมาตรฐาน BHT

นำค่าร้อยละการยับยั้งและความเข้มข้นของสารสกัดมาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} เมื่อค่า IC_{50} คือความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50

3.2.6 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

3.2.6.1 การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

นำเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, และ *Escherichia coli* มาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง Nutrient ผิวเอียง นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

3.2.6.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 0.5 McFarland (CLSI, 2006)

ทำการผสมสารละลายร้อยละ 1.175 $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ปริมาณ 0.05 มิลลิลิตร และ ร้อยละ 1 H_2SO_4 ปริมาณ 9.95 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายมาตรฐาน 0.5 McFarland ซึ่งเมื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร จะได้เท่ากับ 0.08-0.13 สามารถเก็บไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง

3.2.6.3 การเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

นำเชื้อแบคทีเรียทดสอบในข้อ 3.2.6.1 มาทำการถ่ายเชื้อ 1 ลูบเต็ม ลงในอาหารเหลว Mueller Hinton ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ทำการถ่ายเชื้อจากอาหารเหลว 1 มิลลิลิตรลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหารเหลว Mueller Hinton ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง นำอาหารเหลวที่ได้มาปรับความขุ่นของเชื้อแบคทีเรีย โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐาน 0.5 McFarland เพื่อให้ได้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นประมาณ 1.5×10^8 CFU ต่อ มิลลิลิตร

3.2.6.4 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากพริก (ดัดแปลงมาจาก Al-Talib และคณะ, 2015)

ใช้ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วชุบสารละลายของเชื้อแบคทีเรียมาที่ปรับความขุ่นไว้แล้วบิดให้พอหมาด ๆ กับข้างหลอดทดลอง จากนั้นทำการทา (swab) ให้ทั่วบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton ทั้งไว้ให้ผิวหน้าอาหารแห้งด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ จากนั้นนำที่เจาะจุกคอร์กเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เจาะลงบนเพลตอาหารและปิเปตสารสกัด ที่ความเข้มข้น 300, 400, 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 30 ไมโครลิตร ลงในหลุมที่เจาะ โดยแยกเป็นสารสกัดจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกผลสีเขียวและสีแดง โดยใช้ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน (Gentamicin) ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นตัวควบคุมเชิงบวก และใช้เอทานอลร้อยละ 70 เป็นตัวควบคุมเชิงลบเป็นตัวควบคุม นำเพลตทดสอบไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณที่ไม่มีการเจริญของเชื้อ (clear zone) รายงานผลในหน่วยมิลลิเมตร การทดสอบแต่ละตัวอย่างทำทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.2.7 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของการทดลอง 3 ครั้ง ครั้งละ 3 ซ้ำ โดยทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics version 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annuum* Linn.) ในระยะที่เป็นผลสีเขียวและผลสีแดง โดยใช้ส่วนของเนื้อและเมล็ด โดยนำสารสกัดที่ได้มาหาปริมาณผลได้ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoids Content) และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH Free Radical Scavenging รวมทั้งการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

4.1 ปริมาณผลได้และคุณลักษณะของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

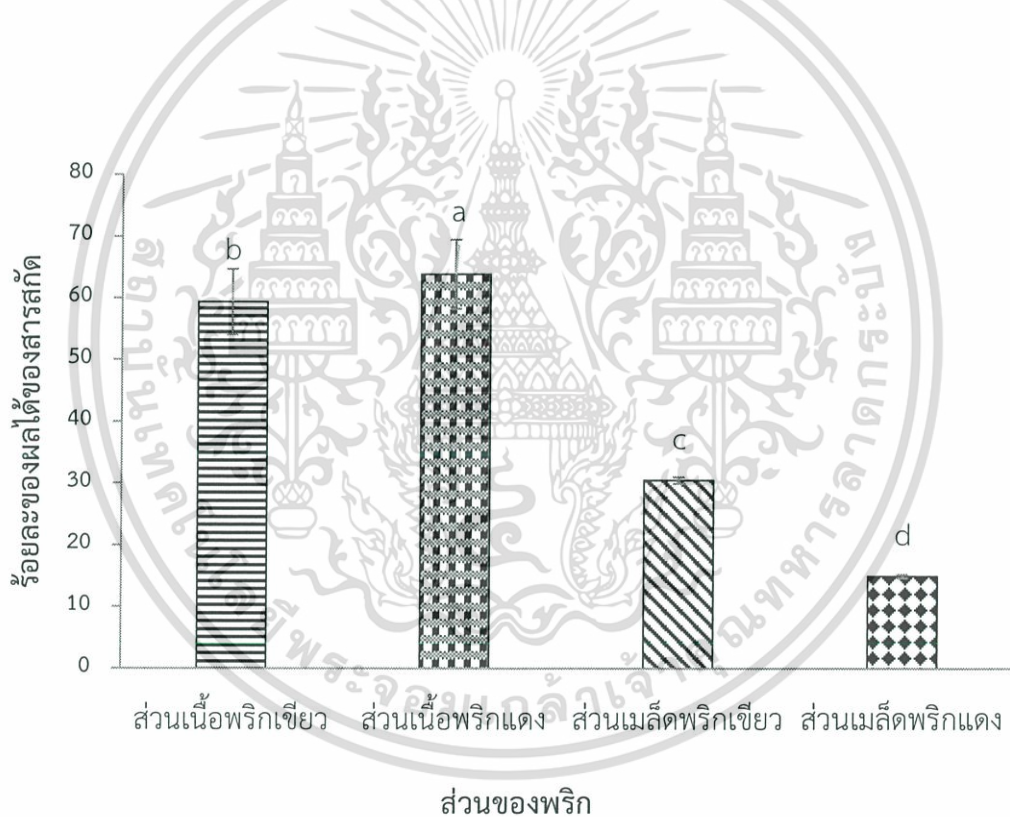
จากการนำเอาพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาส่วนเนื้อของผลสีเขียวและสีแดง น้ำหนักสด 1 กิโลกรัม นำเอาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่ามีน้ำหนักแห้งเท่ากับ 140 กรัมและ 200 กรัม ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 14 และ 20 ตามลำดับ ในส่วนของเมล็ดพริกเขียวและพริกแดงน้ำหนักสดจาก 100 กรัม เมื่อนำไปอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนักแห้งได้ 33.51 กรัมและ 60.02 กรัม ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งเท่ากับ 33.51 และ 60.02 ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างแต่ละส่วนของพริกที่อบแห้งแล้วไปบดเป็นผงและนำตัวอย่างพริกที่ได้ไปสกัดโดยใช้เอทานอลร้อยละ 70 เป็นตัวทำละลาย แล้วนำสารสกัดหยาบด้วยเอทานอลมาคำนวณเป็นร้อยละของผลได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบด้วยเอทานอลของพริกชี้หูสายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบ	คุณลักษณะของสารสกัดหยาบ
ส่วนเนื้อพริกเขียว	59.38 ^b ± 5.31	สีน้ำตาลเข้มลักษณะเหนียวข้น
ส่วนเนื้อพริกแดง	63.88 ^a ± 5.59	สีน้ำตาลแดงลักษณะข้นหนืดคล้ายยางไม้
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	30.49 ^c ± 1.67	สีน้ำตาลอมเขียวลักษณะเหนียวข้น
ส่วนเมล็ดพริกแดง	14.96 ^d ± 0.27	สีส้มเหลืองลักษณะเหนียวข้น

หมายเหตุ

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.1 ร้อยละของผลได้ของสารสกัดหยาบของพริกชี้หูสายพันธุ์จินดาจาก ส่วนเนื้อพริกเขียว

(▨) ส่วนเนื้อพริกแดง (▩) ส่วนเมล็ดพริกเขียว (▧) ส่วนเมล็ดพริกแดง (▦)

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง พบว่าร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบในส่วนของเนื้อพริกแดงมีปริมาณของสารสกัดหยาบสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.88 รองลงมาได้แก่ส่วนของเนื้อพริกเขียวและส่วนเมล็ดของพริกเขียวคิดเป็นร้อยละ 59.38 และ 30.49 ตามลำดับ และพบว่าปริมาณผลได้ของเมล็ดพริกแดงมีค่าน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.96 จะเห็นได้ว่าปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบจากแต่ละส่วนของพริกชี้หนุสายพันธุ์จินตามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับคุณลักษณะของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนุสายพันธุ์จินตาก็ได้ในแต่ละส่วนพบว่าสารสกัดที่ได้มีลักษณะและสีแตกต่างกัน สารสกัดจากส่วนเนื้อพริกแดงมีสีน้ำตาลแดง ลักษณะขุ่นหนืดคล้ายยางไม้ และหนืดกว่าส่วนอื่น ๆ สารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกแดงมีสีส้มเหลืองลักษณะเหนียวข้น ส่วนเนื้อพริกเขียว มีสีน้ำตาลเข้มลักษณะเหนียวข้น และส่วนเมล็ดพริกเขียวมีสีน้ำตาลอมเขียว ซึ่งสีของสารสกัดที่ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสีในวัตถุดิบโดยที่เนื้อพริกแดงนั้นองค์ประกอบของสีส่วนใหญ่ประกอบด้วย provitamin A ซึ่งประกอบด้วย เบต้า-แคโรทีน (B-carotene) และเบต้า-คริปโตแซนทิน (B-cryptoxanthin) ในขณะที่เนื้อพริกเขียว องค์ประกอบของสารสีส่วนใหญ่ประกอบด้วยลูเทอีน เบต้า-แคโรทีน ไวโอลาแซนทิน แคปไซรูบินและคริปโตแซนทิน (Mínguez-Mosquera, 1993) นอกจากนี้การกระจายตัวของรงควัตถุในผลพริกจะแตกต่างกันไปตามส่วนต่าง ๆ โดยพบในส่วนเนื้อสูงกว่าเมล็ด เช่น ในส่วนเนื้อของพริก *Capsicum annum* var. *acumination* มีเบต้า-แคโรทีนอยู่ร้อยละ 94.6 ของปริมาณทั้งหมดในพริกขณะที่ในเมล็ดมีอยู่เพียงร้อยละ 4.9 (Amit, 2003) และสาเหตุที่ทำให้สารสกัดที่ได้จากส่วนเนื้อพริกแดงมีลักษณะขุ่นหนืดคล้ายยางไม้ อาจเพราะมีสาร Oleoresin ที่มีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดง กลิ่นฉุน ละลายได้ในแอลกอฮอล์, อะซีโตน, อีเทอร์, น้ำมันหอมระเหยและไขมันได้ (พรพนา, 2550)

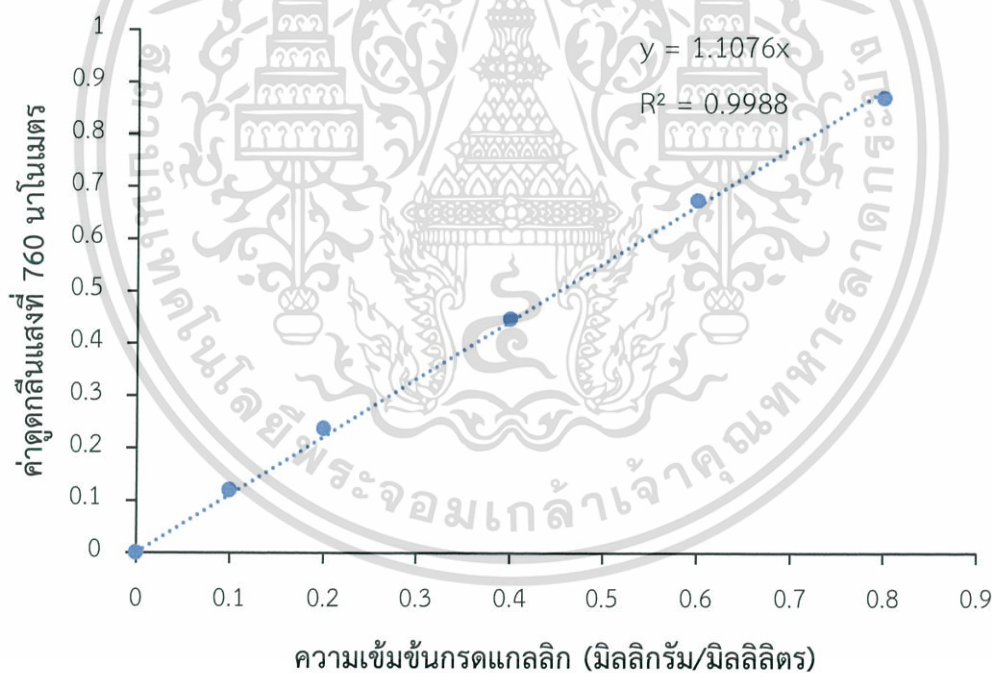
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณหาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) เป็นสารที่พบได้ในพืช มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหมู่หรือมากกว่านั้น ละลายน้ำได้ มักพบอยู่ทั่วไปรวมกับโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycosides) ในธรรมชาติพบสารประกอบฟีนอลิกได้หลายชนิด ที่พบมากที่สุดจะเป็นกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และโพลีฟีนอลิก เช่น ลิกนิน (Lignin) และ แทนนิน (Tannin) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในอาหารและเครื่องดื่มที่มาจากพืชผักและผลไม้จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช วิธีการปลูก ระดับความสุก กระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษา (ปริยพันธ์, 2549) สำหรับในพริกมีสารฟีนอลิกตามธรรมชาติที่สำคัญ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคปไซซิน (capsaicin) เป็นสารที่ทำให้พริกมีรสเผ็ดพบมากในบริเวณเยื่อแกน กลางสีขาว หรือรก (placenta) ส่วนของเนื้อผลพริก เปลือกผล และเมล็ดมีสารแคปไซซิน อยู่น้อยมาก

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดด้วยเอทานอลจากพริก ขี้หนูสายพันธุ์จินดา โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu ซึ่งเป็นการศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชันและดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยสารละลายฟอลินซิโอแคลตุซึ่งจะถูกปรับให้เป็นด่างโดยการเติมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนตเพื่อให้เกิดการแตกตัวของสารประกอบฟีนอลิกเกิดเป็นสารประกอบฟีนอเลต แอนไอออน ทำให้สามารถเป็นตัวให้อิเล็กตรอนกับสารละลายฟอลินซิโอแคลตุ เมื่อเกิดการให้อิเล็กตรอนของสารประกอบฟีนอลิกจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงิน (Huang และคณะ, 2005) จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดได้จาก linear regression equation ของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ($y = 1.1076x$, $R^2 = 0.9988$) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2 รูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนู
สายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)
ส่วนเนื้อพริกเขียว	256.67 ^d ± 5.91
ส่วนเนื้อพริกแดง	373.75 ^b ± 6.61
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	500.83 ^a ± 1.44
ส่วนเมล็ดพริกแดง	271.67 ^c ± 3.81

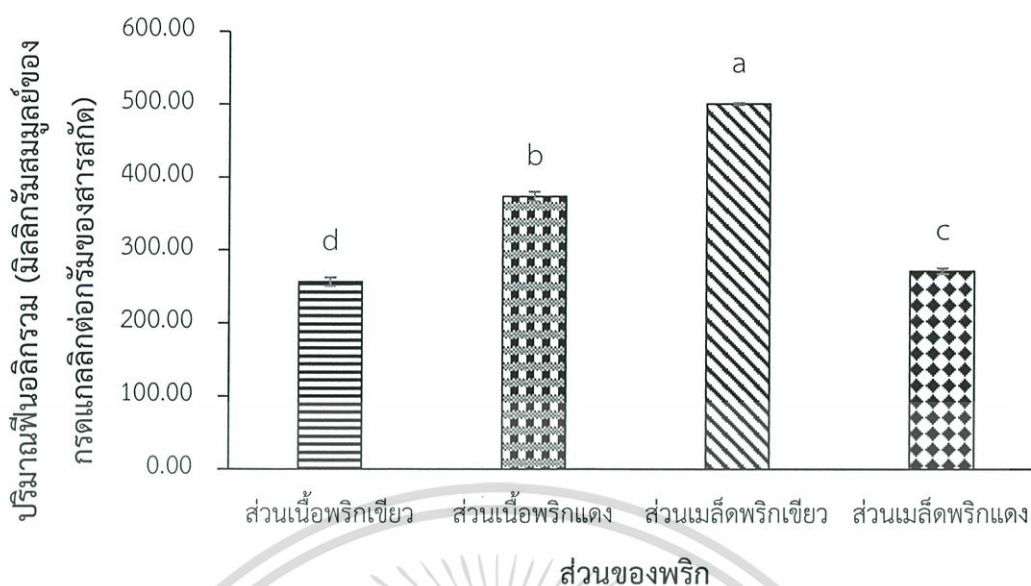
หมายเหตุ

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกจากส่วนต่าง ๆ ของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา ส่วนต่าง ๆ ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยใช้ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบแต่ละส่วนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 500.83 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด รองลงมาคือส่วนเนื้อพริกแดงและส่วนเมล็ดพริกแดง ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 373.75 และ 271.67 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ และส่วนเนื้อพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยที่สุดเท่ากับ 256.67 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด

มีรายงานการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของพริกท้องถิ่นในไทย ได้แก่ พริกเหลือง พริกกะเหรี่ยง พริกชี้หนู พริกจินดาผลดิบ พริกจินดาผลสุก พริกหนุ่ม และพริกชี้ฟ้าโดยประเมินปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu assay โดยเทียบกับสารมาตรฐานโทรลอคซ์ พบว่าพริกจินดาผลสุกมีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 6.4 ไมโครโมลาร์โทรลอคซ์ต่อกรัม และพริกจินดาผลดิบมีปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 4.8 ไมโครโมลาร์โทรลอคซ์ต่อกรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่าพริกจินดาสุกมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงกว่าพริกจินดาดิบ (ณัฐชยธร และคณะ ,2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (มิลลิกรัมสมมูลต่อกรัมของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด) ของสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียว (☐) ส่วนเนื้อพริกแดง (▣) ส่วนเมล็ดพริกเขียว (▤) ส่วนเมล็ดพริกแดง (▥) a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

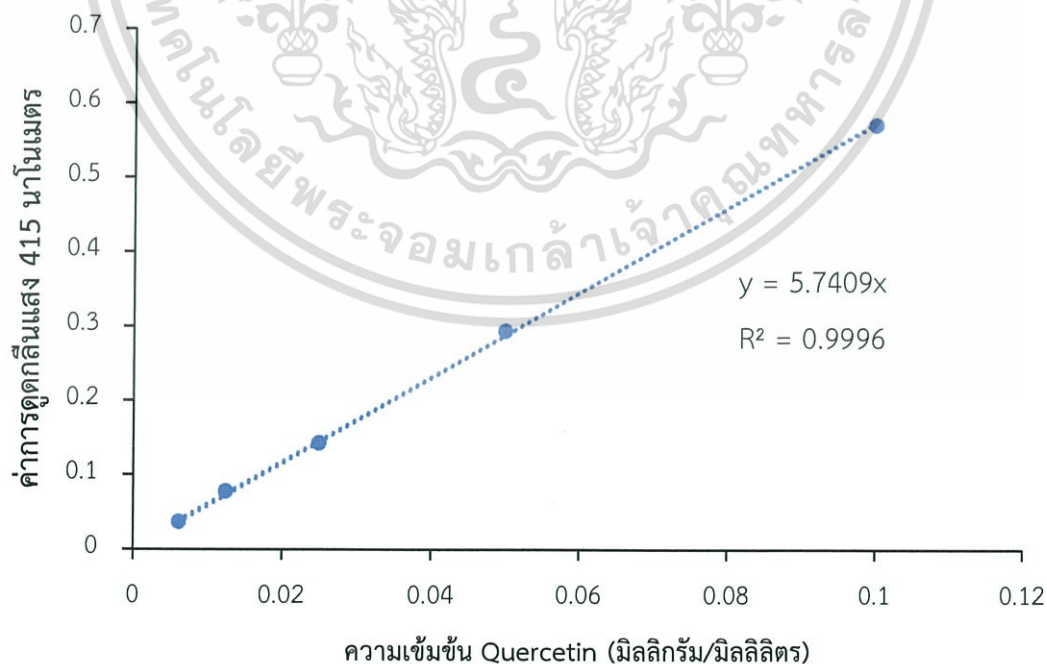
มีรายงานการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (TPC) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพริกหวานหลากสีที่สกัดในตัวทำละลายต่างกัน โดยใช้พริกหวานที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่แข็ง ได้แก่ พริกหวานสีเขียว แดง และเหลือง นำมาสกัดด้วยเฮกเซน เอทิลอะซิเตท และเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร พบว่าพริกหวานที่สกัดด้วยเฮกเซนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือพริกหวานสีเขียว รองลงมาเป็นพริกหวานสีแดงและเหลืองตามลำดับ ส่วนสารสกัดในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตทและเอทานอลของพริกหวานที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือพริกหวานสีแดง รองลงมาเป็นพริกหวานสีเหลืองและเขียว ตามลำดับ สำหรับพริกหวานที่สกัดโดยเอทานอลมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาเป็นเอทิลอะซิเตทและเฮกเซนตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและสารต้านอนุมูลอิสระมีสมบัติที่ละลายในสารละลายที่มีขี้ผึ้งได้ดีกว่าละลายในสารละลายที่ไม่มีขี้ผึ้ง (กัญจรมณี และคณะ, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content)

ฟลาโวนอยด์เป็นฟีนอลิกในพืชที่มีความสำคัญมากที่สุด สูตรโครงสร้างทางเคมีพื้นฐานโดยทั่วไป คือ โครงสร้างไดฟีนิลโพรเพน ($C_6-C_3-C_6$) กับกลุ่มฟีนอลิกไฮดรอกซี ในธรรมชาติพบมากกว่า 2000 ชนิด ซึ่งจะพบเคออสทินและรูทีนมากที่สุด รองลงมาคือแคมป์เฟอร์อลและไมริเซติน (Miean และMohamed, 2001) โดยทั่วไปในใบ ดอก ผล และส่วนต่าง ๆ ของพืชประกอบไปด้วยไกลโคไซด์ ของฟลาโวนอยด์ ส่วนเปลือกและเมล็ดทั้งหมดจะพบทั้ง ไกลโคไซด์และอะไกลโคโคนของฟลาโวนอยด์

จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาด้วยวิธี Aluminum chloride colorimetric และคำนวณจาก linear regression equation ของกราฟมาตรฐานเคออสทิน ($y = 5.7409x$, $R^2 = 0.9996$) พบว่าสารสกัดส่วนเนื้อพริกแดงมีปริมาณฟลาโวนอยด์มากที่สุดเท่ากับ 17.91 มิลลิกรัมสมมูลของเคออสทินต่อกรัมสารสกัด และส่วนเมล็ดพริกแดงมีปริมาณฟลาโวนอยด์น้อยที่สุดเท่ากับ 3.09 มิลลิกรัมสมมูลของเคออสทินต่อกรัมสารสกัด แสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของ Quercetin เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

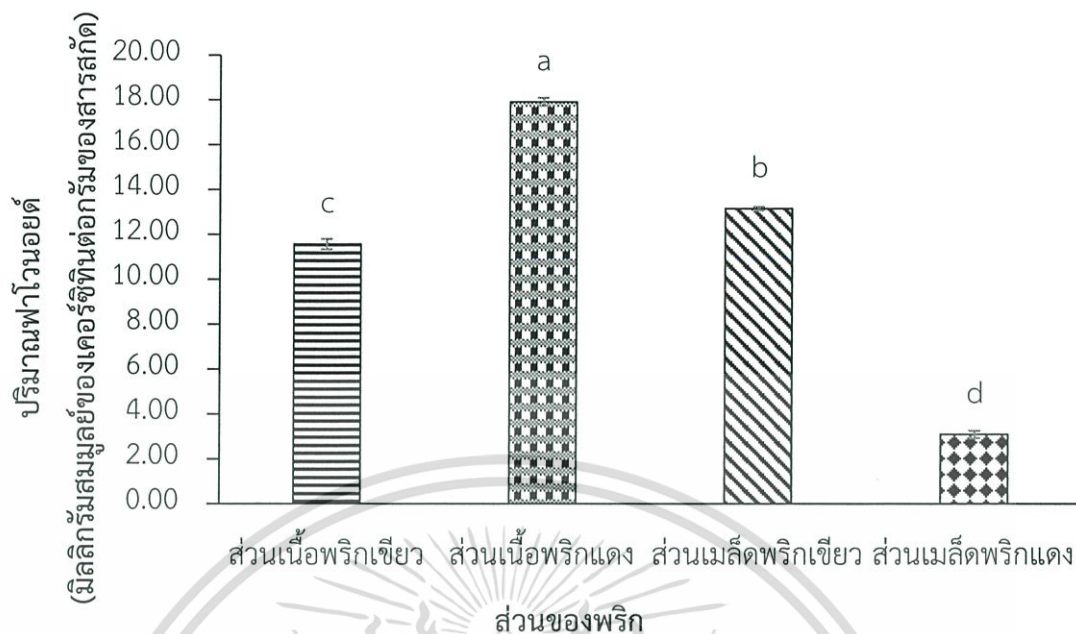
ส่วนของพริก	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด)
ส่วนเนื้อพริกเขียว	11.57 ^c ± 0.23
ส่วนเนื้อพริกแดง	17.91 ^a ± 0.18
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	13.15 ^b ± 0.08
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3.09 ^d ± 0.16

หมายเหตุ

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากการศึกษาพบว่าส่วนเนื้อพริกแดงมีปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 17.91 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด รองลงมาคือ ส่วนเมล็ดพริกเขียว และส่วนเนื้อพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 13.15 และ 11.57 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ และส่วนเมล็ดพริกแดงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดต่ำสุดเท่ากับ 3.09 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ (มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีทินต่อกรัมของสารสกัด) ของสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียว (☐) ส่วนเนื้อพริกแดง (▣) ส่วนเมล็ดพริกเขียว (▤) ส่วนเมล็ดพริกแดง (▥)
a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Andersen และ Markham (2006) รายงานว่าผลพริกเขียวมีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สามารถวัดได้เท่ากับ 11.39 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีฟลาโวนเท่ากับ 2.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่ผลพริกแดง มีปริมาณฟลาโวนอยด์ที่สามารถวัดได้เท่ากับ 4.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเคอร์ซีทินต่อกรัมของสารสกัด และมีฟลาโวนเท่ากับ 1.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

4.4 การทดสอบความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH (Scavenging activity on DPPH radical)

DPPH assay เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ซึ่งใช้ reagent คือ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl เป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการวิเคราะห์ ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง โดยที่ DPPH เป็น stable radical ในตัวทำละลายเอทานอล (ethanol) สารละลายนี้มีสีม่วง ซึ่งดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (nm)

โดย DPPH• จะเกิดปฏิกิริยากับ antioxidant (AH) หรือกับ radical species (R•) (พรณี, 2550) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยสังเกตความสามารถในการจับ DPPH ของสารสกัดหยาบของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อ DPPH• ทำปฏิกิริยากับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีม่วงซึ่งเป็นสีของ DPPH ได้เปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองทำให้สีม่วงจางลง โดยสารสกัดตัวอย่างทั้ง 4 ส่วน มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH และฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)			
	0.5	1.5	2.5	3.5
ส่วนเนื้อพริกเขียว	8.93 ^c ± 1.46	21.77 ^c ± 2.34	41.51 ^{bc} ± 0.85	51.92 ^c ± 1.73
ส่วนเนื้อพริกแดง	12.03 ^b ± 1.24	29.61 ^b ± 0.53	47.40 ^b ± 1.19	56.86 ^b ± 1.73
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	19.67 ^a ± 0.73	46.59 ^a ± 1.62	67.68 ^a ± 6.13	79.99 ^a ± 4.43
ส่วนเมล็ดพริกแดง	13.18 ^b ± 0.61	28.87 ^b ± 0.62	40.02 ^c ± 1.57	49.29 ^c ± 1.22

หมายเหตุ

a,b,c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตาราง เมื่อพิจารณาร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้นของสารสกัดต่าง ๆ พบว่าสารสกัดที่นำมาทดสอบทุกส่วนของพริกชี้หนูแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีร้อยละการยับยั้งอยู่ในช่วง 8.93 - 79.99 โดยที่ความเข้มข้น 3.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดจากเนื้อพริกเขียว เนื้อพริกแดง และเมล็ดพริกเขียว มีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เกินร้อยละ 50 และเมื่อทำการเปรียบเทียบฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากพริกชี้หนู พบว่าสารสกัดที่นำมาทดสอบทุกส่วนของพริกชี้หนูแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยที่ สารสกัดจากส่วนเมล็ดของผลสีเขียวแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้สูงที่สุด มีร้อยละของการยับยั้งในช่วง 19.67 - 79.99 และมีเพียงสารสกัดหยาบจากส่วนเมล็ดพริกเขียวชนิดเดียวที่มีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เกินร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 67.68 ส่วนสารสกัดจากเนื้อพริกเขียว และส่วนเนื้อพริกแดง ที่มีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เกินร้อยละ 50 ที่ความเข้มข้น 3.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าเท่ากับ

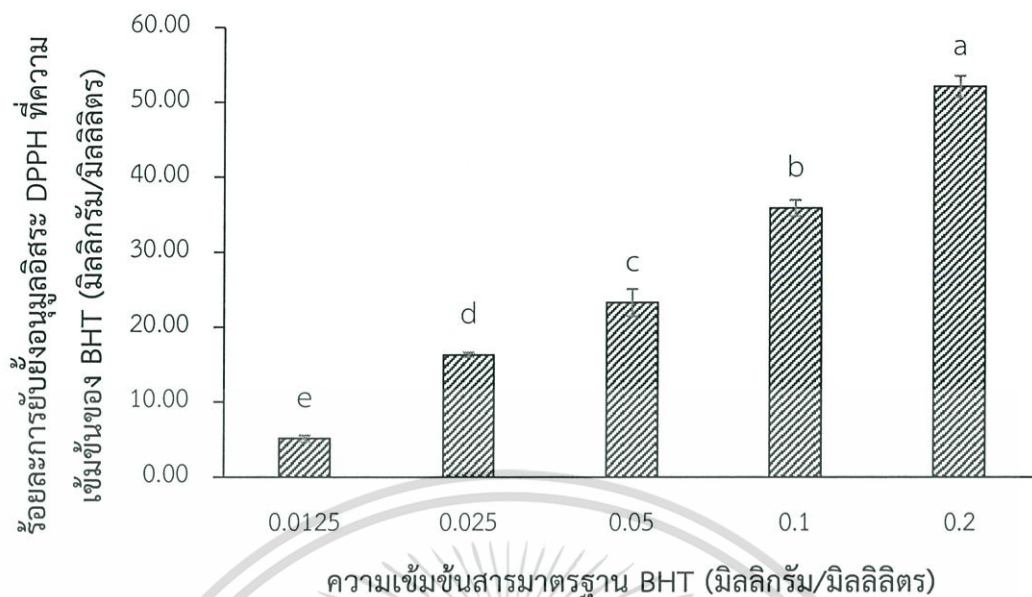
51.92 และ 56.86 ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกแดงมีร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 49.29 ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบ แสดงในตารางที่ 4.4 มีรายงานการศึกษาที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของพริกท้องถิ่นในไทย พบว่าพริกจินดาผลสุกมีสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 11.5 ไมโครโมลาร์โทรลออกซ์ต่อกรัม และพริกจินดาดิบมีสารต้านอนุมูลอิสระ 7.7 ไมโครโมลาร์โทรลออกซ์ต่อกรัม (ณัฐชยธร และคณะ, 2557)



รูปที่ 4.6 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียว (▨) ส่วนเนื้อพริกแดง (▧) ส่วนเมล็ดพริกเขียว (▩) ส่วนเมล็ดพริกแดง (■) จากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT

a,b,c,d,e ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อนำเอาร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาแต่ละส่วนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาสร้างสมการเส้นตรง (Calibration Curve) เพื่อหาความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) โดยที่ค่า IC_{50} ที่มีค่าต่ำแสดงถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าค่าที่มีค่ามาก (Bua-in และ Paisooksantivatana, 2009) พบว่าสาร BHT ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สารสกัดพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาจากส่วนเมล็ดพริกเขียวมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.83 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ส่วนเนื้อพริกแดงมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.89 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนเนื้อพริกเขียวมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.28 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และส่วนของส่วนเมล็ดพริกแดงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.8 โดยที่ไม่มีสารสกัดจากส่วนใดของพริกแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้สูงเท่าสารมาตรฐาน BHT

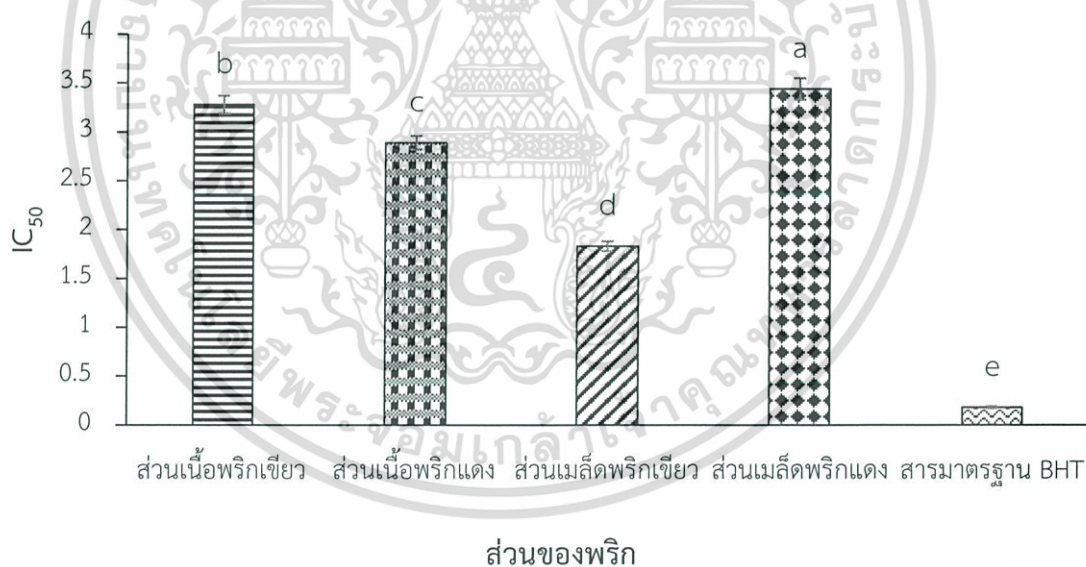
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC_{50})

ส่วนของพริก	IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
ส่วนเนื้อพริกเขียว	$3.28^b \pm 0.09$
ส่วนเนื้อพริกแดง	$2.89^c \pm 0.07$
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	$1.83^d \pm 0.05$
ส่วนเมล็ดพริกแดง	$3.44^a \pm 0.11$
สารมาตรฐาน BHT	$0.18^e \pm 0.01$

หมายเหตุ

a,b,c,d,e ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4.8 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาและสารมาตรฐาน BHT

a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและความเข้มข้นที่สารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดหยาบของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดและความเข้มข้นที่สารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดหยาบของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา จะเห็นว่าโดยรวมแล้วพบที่มีความสัมพันธ์กัน สารสกัดจากเมล็ดพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 500.83 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 13.15 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิทินต่อกรัมของสารสกัด และมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.83 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาเป็นสารสกัดจากเนื้อพริกแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยมีค่าเท่ากับ 373.75 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 17.91 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิทินต่อกรัมของสารสกัด และมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH รองลงมาจากส่วนเมล็ดพริกเขียว โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.89 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดเมล็ดพริกแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 271.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 3.09 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิทินต่อกรัมของสารสกัดซึ่งมีปริมาณน้อยที่สุด และมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ต่ำที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดเนื้อพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 256.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด มีสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 11.57 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิทินต่อกรัมของสารสกัด และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 3.28 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความเข้มข้นที่สารสกัดที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀) ของสารสกัดหยาบของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิก ต่อกรัมของสารสกัด)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ (มิลลิกรัมสมมูลย์ ของเคอควิซิทินต่อ กรัมของสารสกัด)	IC ₅₀ (มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร)
ส่วนเนื้อพริกเขียว	256.67 ± 5.91	11.57 ± 0.23	3.28 ± 0.09
ส่วนเนื้อพริกแดง	373.75 ± 6.61	17.91 ± 0.18	2.89 ± 0.07
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	500.83 ± 1.44	13.15 ± 0.08	1.83 ± 0.05
ส่วนเมล็ดพริกแดง	271.67 ± 3.81	3.09 ± 0.16	3.44 ± 0.11

4.6 ผลของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา ในการยับยั้งแบคทีเรีย

Staphylococcus aureus, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* และ *Bacillus subtilis* เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่พบในอาหาร ทำให้แสดงผลเสียต่อสุขภาพ จากการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469, *Escherichia coli* ATCC 25299, *Bacillus cereus* TISTR 5040 และ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดหยาบจากส่วนต่าง ๆ ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัด ตั้งแต่ 300-600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อพริกเขียวมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียได้หลายชนิดได้แก่ *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ส่วนเมล็ดพริกเขียวสามารถยับยั้งได้เฉพาะ *Bacillus subtilis* และ *Bacillus cereus* ในส่วนของส่วนเมล็ดพริกแดงสามารถยับยั้งได้เฉพาะ *Bacillus subtilis* และ *Bacillus cereus* มีรายงานว่าพริกขี้หนูสดสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter lwoffii* และ *Vibrio cholerae* (ภัก, 2547) ในขณะที่สารสกัดที่นำมาทดสอบทุกส่วนของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาไม่มีฤทธิ์ยับยั้ง *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* ได้ ทุกความเข้มข้นที่นำมาทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.7

การที่สารสกัดหยาบในแต่ละส่วนของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบแตกต่างกันนั้นน่าจะเกิดจากชนิดของแบคทีเรียแตกต่างกัน โดยดูจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่มีการยับยั้ง ซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน โดยเฉพาะคุณสมบัติทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษารายงาน เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรีรวิทยาของแบคทีเรียที่แตกต่างกันโดยแบคทีเรียแกรมบวกมีความไวต่อสารต้านจุลินทรีย์มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบจะมีผนังเซลล์ชั้นนอก (Outer membrane) ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม Lipopolysaccharide จึงทำให้ผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมลบมีความแข็งแรงกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Ouattara และคณะ, 1997) และพบว่าสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาส่วนใหญ่จะมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกยกเว้น *Listeria monocytogenes* นอกจากนี้อาจมาจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิในการสกัด ตัวทำละลายที่ไม่สามารถละลายสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งของเชื้อได้ หรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำการสกัดนั้นถูกสกัดออกมาในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ (พีรพัฒน์ และคณะ, 2553)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 บริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกชี้หูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและสีแดง

เชื้อแบคทีเรียทดสอบ/ส่วนของพริก	ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิเมตร)				
	เจนตามัยซิน 20 มก./มล.	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)			
		300	400	500	600
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633					
ส่วนเนื้อพริกเขียว		10.16 ^a \pm 0.19	10.36 ^a \pm 0.06	10.72 ^a \pm 0.04	11.72 ^a \pm 0.13
ส่วนเนื้อพริกแดง	31.85 \pm 0.77	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		9.93 ^b \pm 0.62	10.37 ^a \pm 0.05	10.56 ^b \pm 0.06	10.97 ^b \pm 0.67
ส่วนเมล็ดพริกแดง		9.43 ^c \pm 0.50	9.44 ^b \pm 0.03	9.97 ^c \pm 0.03	10.31 ^c \pm 0.07
<i>Bacillus cereus</i> TISTR 5040					
ส่วนเนื้อพริกเขียว		9.25 ^b \pm 0.05	9.70 ^a \pm 0.07	9.65 ^b \pm 0.11	10.20 ^a \pm 0.24
ส่วนเนื้อพริกแดง	31.30 \pm 0.69	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		9.64 ^a \pm 0.42	9.78 ^a \pm 0.02	9.97 ^a \pm 0.14	10.43 ^a \pm 0.13
ส่วนเมล็ดพริกแดง		8.52 ^c \pm 0.10	9.12 ^b \pm 0.12	9.67 ^b \pm 0.17	10.42 ^a \pm 0.68
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923					
ส่วนเนื้อพริกเขียว		8.54 ^a \pm 0.04	8.94 ^a \pm 0.04	9.12 ^a \pm 0.03	9.49 ^a \pm 0.03
ส่วนเนื้อพริกแดง	33.68 \pm 0.20	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง		-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i> DMSTR 17256					
ส่วนเนื้อพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง	39.55 \pm 1.56	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง		-	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i> TISTR 1469					
ส่วนเนื้อพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง	32.92 \pm 1.30	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง		-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25299					
ส่วนเนื้อพริกเขียว	30.42 \pm 0.49	-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง		-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว		-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง		-	-	-	-

หมายเหตุ

- a,b,c,d ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ไม่เกิดบริเวณยับยั้ง

เส้นผ่านศูนย์กลางของหลุมทดสอบมีขนาดเท่ากับ 6 มิลลิเมตร

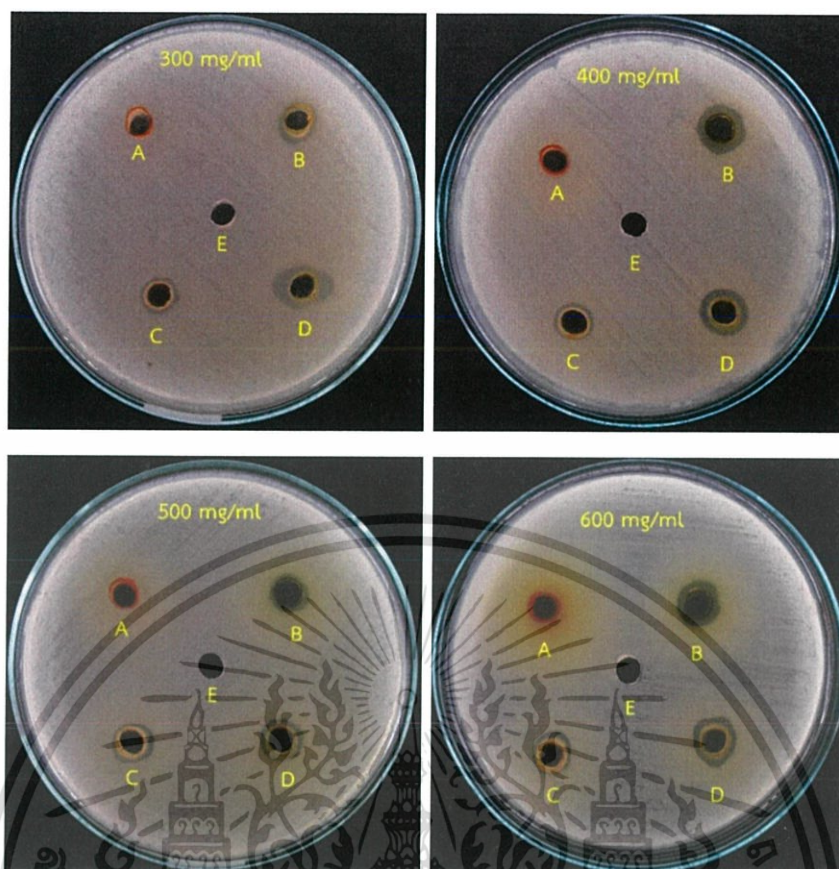
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

สารสกัดหยาบทั้งส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกเขียว และส่วนเมล็ดพริกแดง แสดงฤทธิ์ยับยั้ง *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับโสภาและธนุสร (2550) ที่พบว่าจากสารสกัดจากพริกชี้หนูที่มีความสามารถในการต้านเชื้อ *Bacillus subtilis* ได้ โดยส่วนเนื้อพริกเขียวมีฤทธิ์ในการยับยั้งมากที่สุด ทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใสอยู่ในช่วง 10.16 - 11.72 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่สารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกเขียวและส่วนเมล็ดพริกแดงมีบริเวณยับยั้งในช่วง 9.93 - 10.97 มิลลิเมตรและ 9.43-10.31 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ส่วนเนื้อพริกแดงพบว่าไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ทุกความเข้มข้น ที่ใช้ทดสอบ ส่วนเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 พบว่าไม่เกิดบริเวณยับยั้งต่อเชื้อ *Bacillus subtilis* ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า *Bacillus subtilis* มีความไวต่อสารสกัดจากพริกมากที่สุดโดยเฉพาะส่วนเนื้อพริกเขียว แสดงดังรูปที่ 4.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

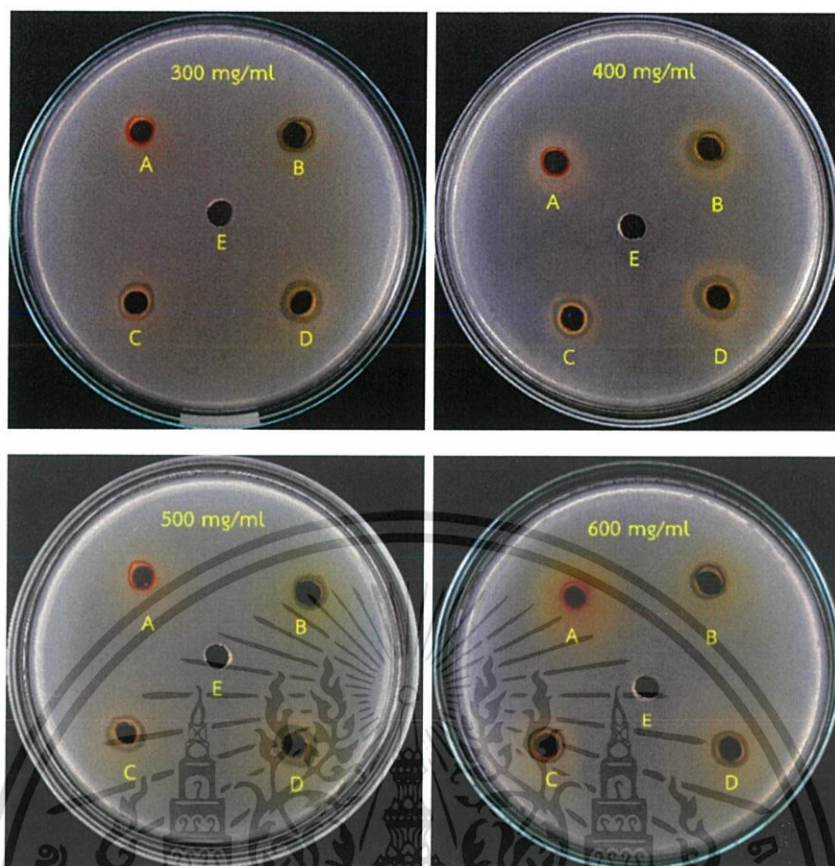


รูปที่ 4.9 บริเวณยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาผลสีเขียวและสีแดง เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก/มล ถึง 600 มก/มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอลกอฮอล์ร้อยละ 70)

4.6.2 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 โดยรวมแล้วพบว่าสารสกัดหยาบของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกเขียว และส่วนเมล็ดพริกแดงมีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Bacillus cereus* TISTR 5040 ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรไม่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) โดยมีบริเวณยับยั้งในช่วง 9.25-10.20, 9.64-10.43 และ 8.52-10.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่ในส่วนเนื้อพริกแดงพบว่าไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Bacillus cereus* TISTR 5040 ในทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ ส่วนเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ซึ่งเป็นชุดควบคุมเชิงลบพบว่า ไม่เกิดบริเวณยับยั้งต่อเชื้อแบคทีเรียทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

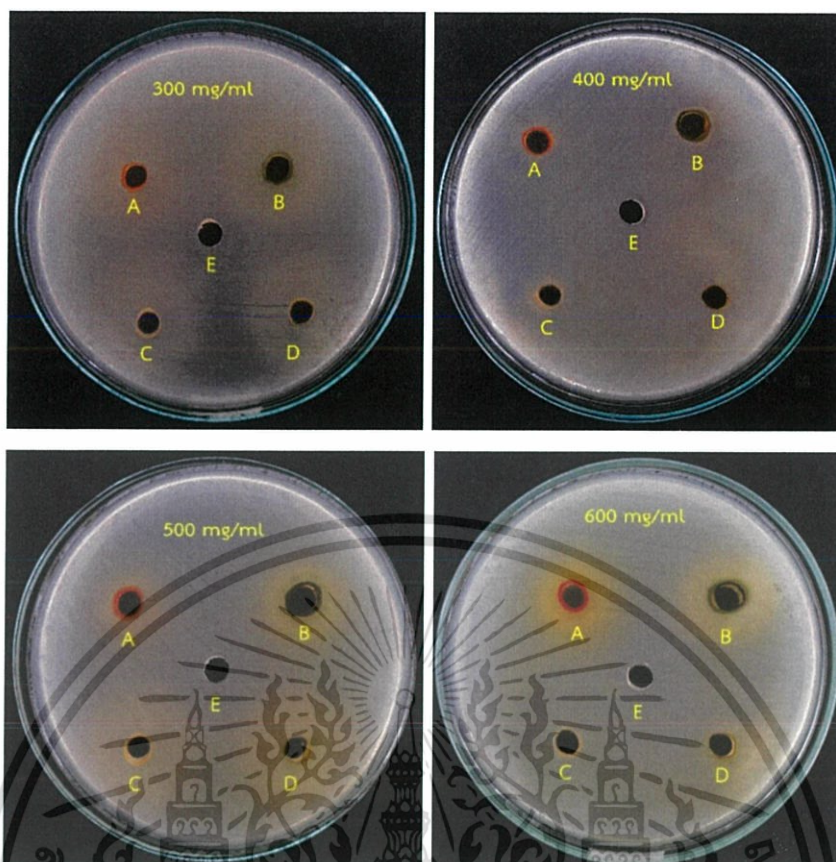


รูปที่ 4.10 บริเวณยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาผลสีเขียวและสีแดง เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก/มล ถึง 600 มก/มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอสคอฮอลล์ร้อยละ 70)

4.6.3 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

เมื่อศึกษาสารสกัดหยาบของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาต่อการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 พบว่าส่วนของเนื้อพริกเขียวเท่านั้นที่มีฤทธิ์ยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ได้ทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ ซึ่งมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 8.54-9.49 มิลลิเมตร ในขณะที่ส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกแดง และส่วนเมล็ดพริกเขียวพบว่าไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ในทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ ส่วนเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 ซึ่งเป็นชุดควบคุมเชิงลบพบว่า ไม่เกิดบริเวณยับยั้งต่อเชื้อแบคทีเรียทดสอบ แสดงดังรูปที่ 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



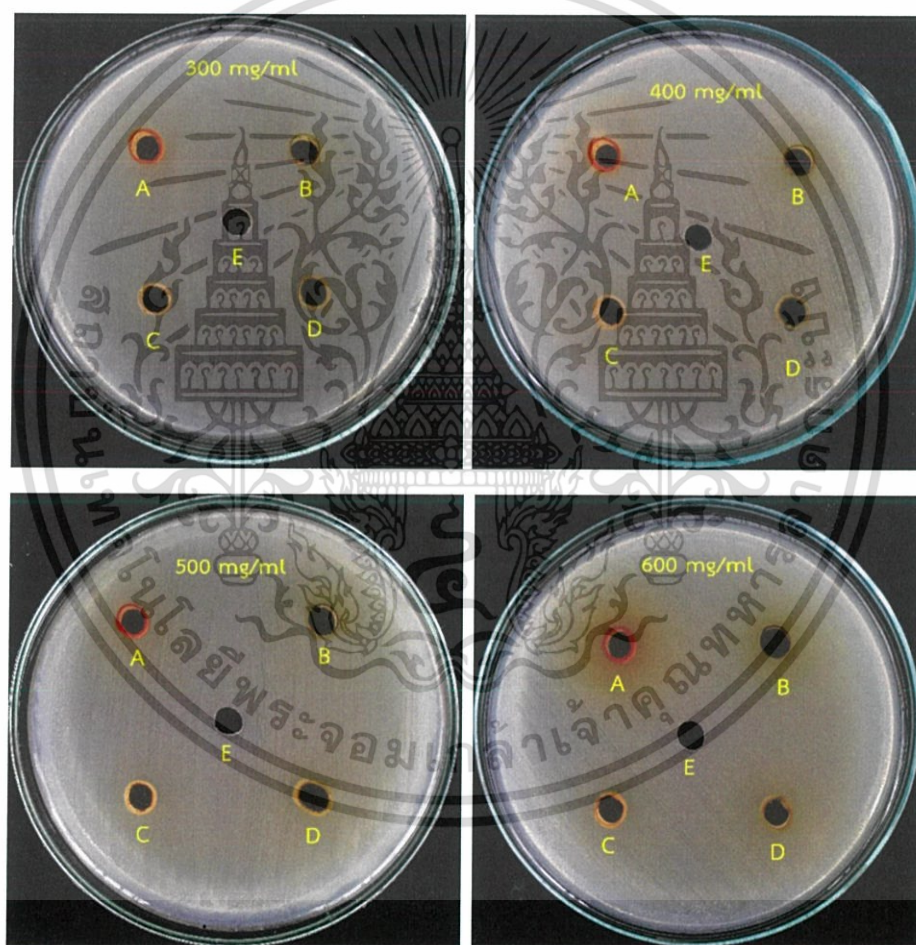
รูปที่ 4.11 บริเวณยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อและเมล็ดของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาผลสีเขียวและสีแดง เมื่อทดสอบที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก./มล ถึง 600 มก./มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอลกอฮอล์ร้อยละ 70)

4.6.4 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469, และ *Escherichia coli* ATCC 25299 ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

เมื่อศึกษาผลของสารสกัดจากพริกจินดาต่อ การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Escherichia coli* ATCC 25299 พบว่าสารสกัดทุกส่วนที่นำมาทดสอบ ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, และ *Escherichia coli* ATCC 25299 ดังแสดงในรูป 4.12 - 4.14

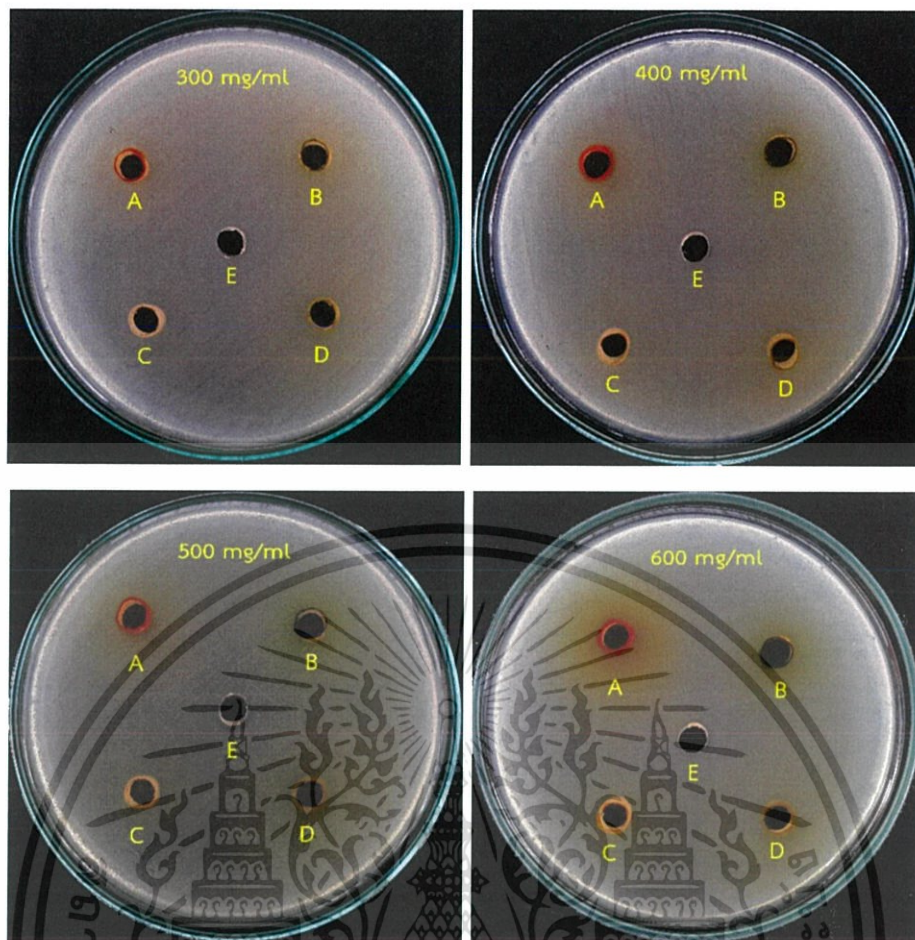
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Listeria monocytogenes DMSTR 17256 ที่เป็นเชื้อแกรมบวกเพียงตัวเดียวที่สารสกัดหยาบไม่สามารถยับยั้งได้ เพราะว่าเชื้อ *L. monocytogenes* นั้นอาจสร้างแคปซูลทำให้ฤทธิ์ยับยั้งของสารสกัดนั้นยับยั้งได้ ซึ่งเชื้อ *L. monocytogenes* มีการเจริญที่ได้ทุกอุณหภูมิแม้ที่อุณหภูมิ 2.5 องศาเซลเซียส ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมรุนแรงได้ดี (Lado และ Yousef, 2007) ในขณะที่ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Escherichia coli* ATCC 25299 เป็นแบคทีเรียแกรมลบไม่สามารถยับยั้งได้ เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมีชั้นของ lipopolysaccharide (LPS) จะเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันภายในเซลล์ โดยการสร้าง cytokines เพื่อป้องกันเซลล์ไม่ให้ถูกทำลาย (สุนิดา และคณะ, 2557)



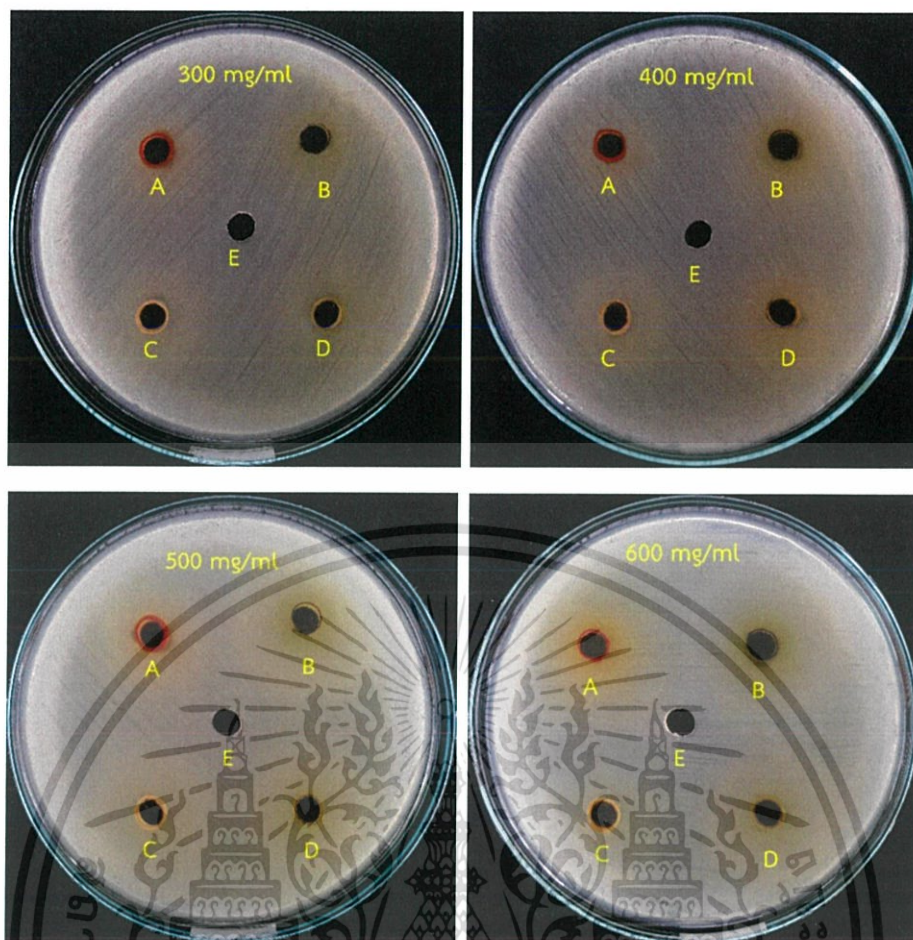
รูปที่ 4.12 บริเวณยับยั้งการเจริญของ *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อ และเมล็ดของพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและสีแดง ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก/มล-600 มก/มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอลกอฮอล์ร้อยละ 70)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 บริเวณยับยั้งการเจริญของ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อ และเมล็ดของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและสีแดง ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก/มล ถึง 600 มก/มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอลกอฮอล์ร้อยละ 70)

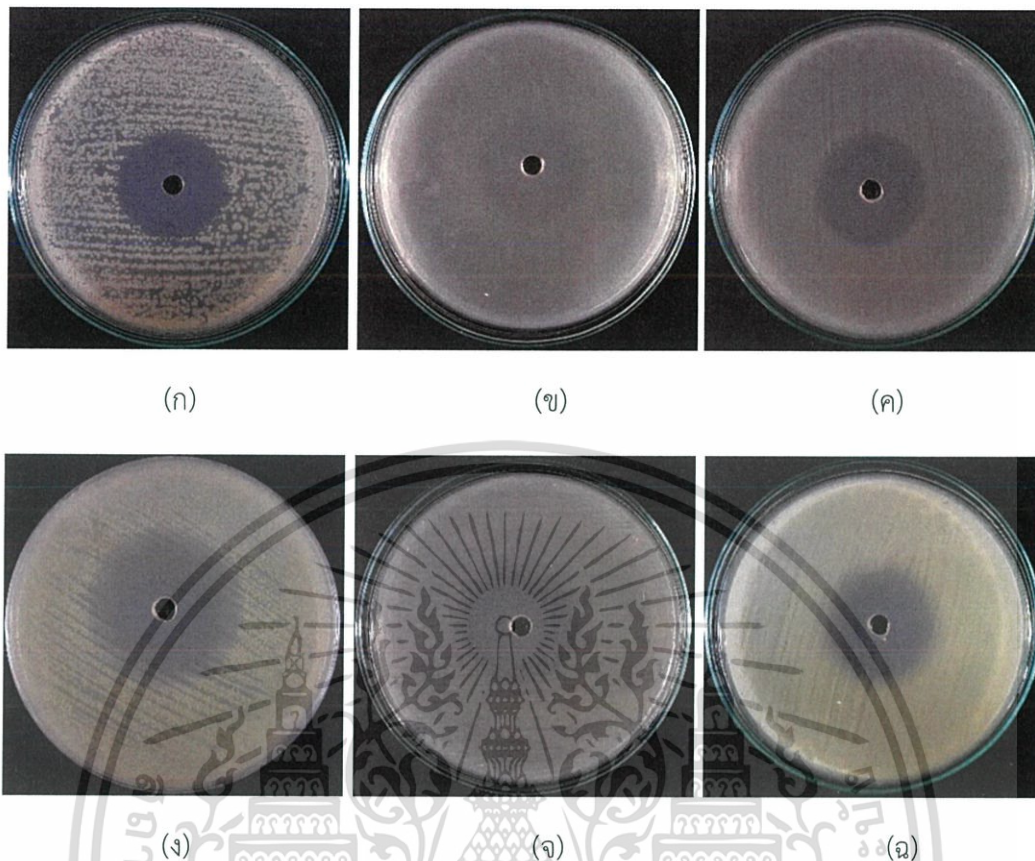
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 บริเวณยับยั้งการเจริญของ *Escherichia coli* ATCC 25299 ของสารสกัดจากส่วนเนื้อ และเมล็ดของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาสีเขียวและสีแดง ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 300 มก/มล ถึง 600 มก/มล (A=ส่วนเนื้อพริกแดง, B=ส่วนเนื้อพริกเขียว, C=ส่วนเมล็ดพริกแดง, D=ส่วนเมล็ดพริกเขียว, E=แอลกอฮอล์ร้อยละ 70)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.5 ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบโดยยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน



รูปที่ 4.15 บริเวณยับยั้งของเชื้อแบคทีเรียทดสอบโดยยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน

- (ก) *Bacillus subtilis* ATCC 6633
- (ข) *Bacillus cereus* TISTR 5040
- (ค) *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
- (ง) *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256
- (จ) *Salmonella typhimurium* TISTR 1469
- (ฉ) *Escherichia coli* ATCC 25299

การยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบที่ต่างกันทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบภายในสารสกัดที่ถูกสกัดออกมา ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพของสมุนไพรแหล่งที่มาของสมุนไพร สภาพที่ใช้ในการสกัด และสารเคมีที่ใช้ในการสกัด โดยในการสกัดนั้นต้องคำนึงถึงความมีขี้และไม่มีขี้ของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ซึ่งจะส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีที่ได้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาแตกต่างกัน (รัตน, 2547; Gull และคณะ, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ของพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา (*Capsicum annuum* Linn.) ในระยะที่เป็นผลสีเขียวและผลสีแดง โดยใช้ส่วนของเนื้อและเมล็ด พบว่าสารสกัดหยาบในส่วนของเนื้อพริกแดงมีปริมาณสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 63.88 รองลงมา เป็นสารสกัดส่วนของเนื้อพริกเขียว เมล็ดของพริกเขียวและเมล็ดของพริกแดง คิดเป็นร้อยละ 59.38, 30.49 และ 14.96 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าสารสกัดหยาบแต่ละส่วนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสารสกัดจากส่วนเมล็ดพริกเขียวมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 500.83 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด รองลงมาเป็นสารสกัดจากส่วนเนื้อพริกแดง ส่วนเมล็ดพริกแดงและส่วนเมล็ดพริกเขียว ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 373.75, 271.67 และ 256.67 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด พบว่าสารสกัดจากส่วนเนื้อพริกแดงมีปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 17.91 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด รองลงมาคือ ส่วนเมล็ดพริกเขียว ส่วนเนื้อพริกเขียวและส่วนเมล็ดพริกแดงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเท่ากับ 13.15, 11.57 และ 3.09 มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอควิซิทินต่อกรัมของสารสกัด ตามลำดับ

การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าสารสกัดส่วนเมล็ดพริกเขียวที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด ($IC_{50}=1.83$) รองลงมาเป็นสารสกัดส่วนเนื้อพริกแดง ส่วนเนื้อพริกเขียวและส่วนเมล็ดพริกแดง โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.89, 3.28 และ 3.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร พบว่าสารสกัดหยาบจากส่วนเนื้อพริกเขียวมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ทุกความเข้มข้นของสารสกัดที่นำมาทดสอบ ส่วนสารสกัดจากเมล็ดพริกเขียวและเมล็ดพริกแดงมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* และ *Bacillus cereus* ในขณะที่สารสกัดจากเนื้อพริกแดงไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาทดสอบทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารอาจจะมีการเปรียบเทียบกับสารตัวทำละลายชนิดอื่น ๆ เช่น ใช้เมทานอลแทน เพื่อให้ปริมาณแคปไซซินสูง
2. อาจมีการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา ด้วยวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ABTS radical scavenging assay และ lipid peroxidation assay เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กัญญา แปลงโฉม และพรพิมล กาญจนวาศ. 2558. “ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากพลูควา กระเทียม และกระวานด้วยเอทานอล.” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ*. 1(2) : 56-65.

กัญจุมณี ทัพไพเราะ, กัลยารัตน์ เครือวัลย์, วรางคณา ศรีจานงค์, สมศรี เจริญเกียรติกุล, และอุทัยวรรณ สุทธิคันสนีย์. 2556. “การหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพริกหวานโดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 44(2)(พิเศษ) : 293-296

จิรวัดน์ กันต์เกรียงวงศ์, ภัทรภร ชื่นสดใส, ศิริรัตน์ ใจสมุทร, ชารวิมล วงศ์จิรัง และประเวทย์ ดุ้ยเต็มวงศ์. 2549. “การสกัดและคุณสมบัติของ Capsicum Oleoresin จากพริกแห้งไมโครเวฟสุญญากาศ.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 37(5) : 337-340.

จรงค์ แก้วประสิทธิ์. 2546. “พริก.” *วารสารจารย์พา*. 66(9) : 28-30.

ชุตินา ลิ้มมัทวาริทธิ์. 2555. “องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ และการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ของน้ำมันพืช.” *วารสารไทยโภชนาการ (ฉบับการศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์) มหาวิทยาลัยศิลปากร*. 7 : 1-17

ณัฐชยธร นันทกรสุตนันท์, ไตรวุฒิ พันธุ์โยธา, กัญจุมณี ทัพไพเราะ, สมศรี เจริญเกียรติกุล, และอุทัยวรรณ สุทธิคันสนีย์. 2557. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากพริกหลากชนิด.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 45(2)(พิเศษ) : 365-368

บงกชวรรณ สุตะพาหะ และบรรยง คันธวะ. 2544. “การศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและเชื้อราจากสกัดใบพริกขี้หนู.” *คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. 44 : 31-37

ปริญนันท์ บัวสด. 2549. “การตรวจสอบความสามารถในการเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ของเครื่องดื่มชาโดยวิธีไซคลิกโวลแทมเมตรี.” *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร*.

พีรพัฒน์ สุพรรณพันธ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และสุภัณฑิต นิมรัตน์. 2553. “ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรที่ผลิตเป็นการค้าและสารสมุนไพรสกัดสดบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus*.” *วารสารพิษวิทยาไทย*. 25(1) : 15-28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พงศธร ล้อสุวรรณ, จิตศิริ รัชตพันธุ์ และศศิธร จันทนวารากร. 2551. “สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้.” หน้า 554-561. ใน การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 46. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พจมาน ผู้มีสัตย์, ชุติพร ออมสิน, ทศนีย์ ศรีวิเชียร, ประภาพร ยวงสาย และรุ่งตะวัน ส่องแสง. 2551. “สมุนไพรมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Klebsiella pneumoniae* ที่สร้างเอนไซม์ Extended-Spectrum β -lactamase (ESBL).” *ก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์*. 8(2) : 148-153.

พรพนา นาคสิงค์. 2555. ผลการยับยั้งเชื้อราของส่วนสกัดเอทานอลจากเปลือกผลทับทิมต่อเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณี เต๋นรุ่งเรือง. 2550. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกต้นวงศ์อบเชย (Lauraceae). กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, กรมป่าไม้. หน้า 19-26.

ภาค ไทยชนะ. 2547. “การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพริกขี้หนูสดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เรียกกับความเชื่อในการบริโภคพริกขี้หนูสด.” ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภัทรชัย กิรติสิน. 2549. วิทยาแบคทีเรียการแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี เจ พรินต์ติ้ง.

ภัทรา เขมะประสิทธิ์. 2545. “การศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของพริก.” ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณีฉัตร นิกรพันธุ์. 2541. พริก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พรินต์ติ้ง เฮาส์.

รัตนา อินทรานุกกรณ์. 2550. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพรมะขาม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลือชัย บุตุคูป. “สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ทางชีวภาพ.” 2554. *Journal of science and Technology Mahasarakham University*. 31(4) : 443-455.

ศุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ. 2538. “ประสิทธิภาพการเป็นสารกันเหี่ยวของโอเลโอเรซินจากพริก.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมพันธ์ สร้อยกล่อม, พืชพรรณ พรหมเมศร์, และโสภา กลิ่นจันทร์. 2556. “ประสิทธิภาพของสารสกัดพริกต่อการต้านเชื้อแบคทีเรีย.” หน้า 286-291. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51. กรุงเทพฯ.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2549. พริก : การผลิต การจัดการและการปรับปรุงพันธุ์. พิมพ์ครั้งที่ 1 อุดรธานี : ม.ป.ท.

สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร. 2557. พริก : นวัตกรรมจากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์. พิมพ์ครั้งที่ 1 ขอนแก่น : สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุนิดา เมืองโครต, ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล, วาริช ศรีละออง, เฉลิมชัย วงษ์อารี และทรงศิลป์ พงษ์ชนะชัย. 2557. “การยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคนจากสารสกัดกระเทียม หอมแดง และพริกแห้งคั่ว.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2(พิเศษ) : 297-300.

สุพจน์ คิลานเกสซ์. 2537. สมุนไพรเครื่องเทศและพืชปรุงแต่งกลิ่นรส. กรุงเทพฯ : ประพันธ์สาส์น.

โสภา เชี่ยวชาญดวงศ์ และธนสรุา เหล่าเจริญสุข. 2550. “ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากพริกขี้หนู.” มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

อมรรัตน์ สีสกอง, กัลยาภรณ์ จันตรี, ศรีสุดา หาญภาคภูมิ, นาฏลดา อ่อนวิมล และทิวี่มา นวลบุญ. 2559. “การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชท้องถิ่นในจังหวัดนนทบุรี.” คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

Al-Talib, H. Mohamad Ali, N.D. Suhaimi, M.H. Nabila Rosli, S.S. Othman, N.H. Sakinah Mansor, N.A. Sulaiman Shah, A.K. Ariffi, N.S. Al-Khateeb, A. 2015. “Antimicrobial effect of Malaysian vegetables against enteric bacteria.” *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 6(3) : 211-215.

Amit, K.D. 2003. *Capsicum: the genus capsicum*. Taylor & Francis Inc. India.

Bagamboula, C. Uyttendaele, M. and Debevere, J. 2003. “Antimicrobial effect of spices and herbs on *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*.” *Journal of Food Protection*. 66 : 668-673.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bua-in, S. and Paisooksantivatana, Y. 2009. "Essential Oil and Antioxidant Activity of Cassumunar Ginger (Zingiberaceae : *Zingiber montanum* (Koenig) Link ex Dietr.) Collected from Various Parts of Thailand." *Kasetsart Journal (Natural Science)*. 43 : 467-475.
- Chen, Y., Wang, M. F., Rosen, R. T. and Ho, C. T. 1999. "2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging active components from *Polygonum multiflorum* Thunb." *Journal of Natural Product*. 47 : 2226-2228.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2006. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests ; Approved Standard-Ninth Edition. CLSI document M2-A9. CLSI, Wayne, PA.
- David B. Adimpong, Kim I. Sørensen, Line Thorsen, Birgitte Stuer-Lauridsen, Warda S. Abdelgadir, Dennis S. Nielsen, Patrick M. F. Derkx, and Lene Jespersena. 2012. "Antimicrobial Susceptibility of Bacillus Strains Isolated from Primary Starters for African Traditional Bread Production and Characterization of the Bacitracin Operon and Bacitracin Biosynthesis." *Applied and Environmental Microbiology*. 7903-7914.
- Dong, X. Li, X. Ding, L. Cui, F. Tang, Z. and Liu, Z. 2014. "Stage extraction of capsaicinoids and red pigments from fresh red pepper (*Capsicum*) fruits with ethanol as solvent." *Food Science and Technology*. 59 : 396-402.
- Dorantes, L. Colmenero, R. Hernandez, H. Motab, L. Jaramillo, M. E. and Fernandez. 2000. "Inhibition of growth of some foodborne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extracts". *International Journal of Food Microbiology*. 57(2) : 125-128.
- Guadarrama-Lezama, A. Y. Dorantes-Alvarez, L. Jaramillo-Flores, M.E. Perez-Alonso, C. Keshavan, N. Gutierrez-Lopez, G.F. Alamilla-Beltran, L.. 2012. "Preparation and characterization of non-aqueous extracts from chilli (*Capsicum annum* L.) and their microencapsulates obtained by spray-drying." *Journal of Food Engineering* 112 : 29-37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Gull, I., Saeed, M., Shaukat, H., Aslam, SM., Samra ZQ and Athar, AM. 2012 “Inhibitory effect of *Allium sativum* and *Zingiber officinale* extraction clinically important drug resistant pathogenic bacteria.” *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 11(8) : 1-6.
- Gurnani, N. Gupta, M. Mehta, D. and Mehta, B. K. 2015. “Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.).” *Journal of Taibah University for Science*. 10 : 462-470.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. 2005. “The chemistry behind antioxidant capacity assays.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 : 1841-1856.
- Kouassi, Y. and Shelef, L.A. 1998. “Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Cinnamic Acid: Possible Interaction of The Acid with Cysteiny Residues.” *Journal of Food Safety*. 18 : 231-242.
- Lado, BH. and Yousef, AE. 2007. “Characteristics of *Listeria monocytogenes* important to food processors.” In: Ryser ET, Marth EH, editors. *Listeria, Listeriosis, and Food Safety*. 3 : 157-213.
- Lee, J. V. 1990. “*Vibrio, Aeromonas* and *Plesiomonas* In: Parker, M.T. and Duerden, B.I.” *Principles of Bacteriology, Virology and Immunity*. 8(2) : 514-527.
- Likhitwitayawuid, K., Sornsute, A., Sritularak, B. and Ploypradith, P. 2006. “Chemical transformations of oxyresveratrol (trans-2,4,30,50-tetrahydroxystilbene) into a potent tyrosinase inhibitor and a strong cytotoxic agent.” *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 16 : 5650-5653.
- Miean, KH. and Mohamed, S. 2001. “Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 : 3106-3112.

Mínguez-Mosquera, M. I. and Hornero-Méndez, D. 1993. "Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum* L.), paprika, and oleoresin by reversed-phase HPLC." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41 : 1616-1620.

Monica, R. Loizzo, Alessandro, P. Marco, B. Francesco, M. Rosa, T. 2015. "Evaluation of chemical profile and antioxidant activity of twenty cultivars from *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* and *Capsicum chinense*: A comparison between fresh and processed peppers." *LWT - Food Science and Technology*. 64 : 623-631.

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

Prommuak, C., De-Eknamkul, W. and Shotipruk, A. 2008. Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extracts. *Separation and Purification Technology*. 62 : 444-448.

Smith, P.G. Villalon, B. and Villa, P.L. 1987. "Horticultural classification of peppers under stress shading condition". *Euphytica Journal*. 78 : 133-136.

Soetarno, S. Sukrasno, E. Yulinah and Sylvia. 1997. "Antimicrobial Activities of the Ethanol Extracts of *Capsicum* Fruits with Different Levels of Pungency". *Department of Pharmacy, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung*. 2 : 57-63.

Suresh, K. Kumar., Ganesan, K. and Subba Rao, P.V. 2008. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty – An edible seaweed. *Food Chemistry*. 107 : 289-295.

Vera-Guzmán, A.M., J.L. Chávez-Servia, J.C. Carrillo-Rodríguez, and M.G. López. 2011. "Phytochemical evaluation of wild and cultivated pepper (*Capsicum annuum* L. and *C. pubescens* Ruiz & Pav.) from Oaxaca, Mexico." *Chilean Journal of Agricultural Research*. 71 : 578-585.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Worayos, Y. 1986. "Collection of Capsicum germplasm in Thailand." *Newsletter - Regional Committee for Southeast Asia*. 10(3) : 4-6.

Øyvind M. Andersen and Kenneth R. Markham. 2006. *Flavonoids. Chemistry, Biochemistry and Applications*. Taylor & Francis Group : CRC press.

[Online] Available: <http://www.greenclinic.in.th/carotenoids.html> สืบค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://bbs.acez-fs.net> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://www.priceza.com/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <https://medthai.com/wp-content/uploads/2014/08> สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <https://thai.alibaba.com/product-detail/sweet-chilli-seeds-1293848970.html> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <https://www.dek-d.com/board/view/3123428/> สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://atlas.microumftgm.ro/bacteriologie> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <https://www.canyons.edu/Faculty/takedad/Pages/Bacteria-Plates.aspx/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://easyweb.easynet.co.uk/gcaselton/chile/scoville.html> สืบค้นวันที่ 24 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://lib.jiangnan.edu.cn/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://www.gettyimages.com/> สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: <https://commons.wikimedia.org/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://microbe-canvas.com/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Online] Available: <https://www.pinterest.com/cargosan9/microbiologics/> สืบค้นเมื่อ 13 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://www.plantlipids.com/product.php> สืบค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2873/oleoresin> สืบค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: <http://krcrtrading.com/red-chillies> สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2559.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารมาตรฐาน

1. สารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เตรียมโดยชั่งสาร กรดแกลลิก 0.02 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.8 (Absolute ethanol) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร

2. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ร้อยละ 20

เตรียมโดยชั่ง โซเดียมคาร์บอเนต 20 กรัม แล้วละลายในน้ำกลั่น ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายมาตรฐานเคออสิติน ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

โดยชั่งสาร เคออสิติน 0.01 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.8 (Absolute ethanol) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

4. อะลูมิเนียมคลอไรด์ ร้อยละ 10

โดยชั่ง อะลูมิเนียมคลอไรด์ 10 กรัม แล้วละลายในน้ำกลั่น ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

5. สารละลาย 0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH ในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.8 (Absolute ethanol) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (M.W. = 394.33 g/mol)

$$\text{จาก } g / \text{M.W.} = \text{CV} / 1000$$

$$g = (0.1 \times 10^{-3}) \times 100 \times 394.33 / 1000$$

$$g = 0.0394 \text{ กรัม}$$

ดังนั้นชั่งสาร DPPH 0.0394 กรัม ละลายในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.8 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

6. สารละลาย BHT ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในเอทานอลบริสุทธิ์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร (M.W. = 220.35 g/mol)

โดยชั่งสาร BHT 0.01 กรัม ละลายในเอทานอลบริสุทธิ์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดลอง

1. ปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ตารางที่ ข-1 น้ำหนักและร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ตัวอย่าง	ปริมาณวัตถุดิบ (กรัม/น้ำหนักแห้ง)	ปริมาณสารสกัด หยาบ (กรัม)	ร้อยละ ผลได้	ค่าเฉลี่ยร้อยละ ผลได้
ส่วนเนื้อพริกเขียว				
ซ้ำ1	15	7.99	53.27	59.38 ± 5.31
ซ้ำ2	15	9.44	62.93	
ซ้ำ3	15	9.29	61.93	
ส่วนเนื้อพริกแดง				
ซ้ำ1	15	8.62	57.45	63.88 ± 5.59
ซ้ำ2	15	10.13	67.55	
ซ้ำ3	15	10	66.64	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว				
ซ้ำ1	15	4.85	32.33	30.49 ± 1.67
ซ้ำ2	15	4.51	30.07	
ซ้ำ3	15	4.36	29.06	
ส่วนเมล็ดพริกแดง				
ซ้ำ1	15	2.22	14.77	14.96 ± 0.27
ซ้ำ2	15	2.23	14.84	
ซ้ำ3	15	2.29	15.27	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ส่วนเนื้อพริกเขียว 15 กรัม น้ำหนักแห้ง ได้ปริมาณสารสกัดหยาบ 7.99 กรัม

ส่วนเนื้อพริกเขียว 100 กรัม น้ำหนักแห้ง ได้ปริมาณสารสกัดหยาบ $(7.99/15) \times 100$ กรัม

ดังนั้นร้อยละผลได้ของปริมาณสารสกัดหยาบส่วนเนื้อพริกเขียว เท่ากับ 53.27

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

ตารางที่ ข-2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ชนิดของสารสกัด	ค่าการดูดกลืนแสง			ปริมาณฟีนอลิกรวม			
	ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร			(มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย
ส่วนเนื้อพริกเขียว	0.229	0.221	0.231	258.75	250.00	261.25	256.67±5.91
ส่วนเนื้อพริกแดง	0.325	0.336	0.333	366.25	378.75	376.25	373.75±6.61
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	0.442	0.443	0.445	500.00	500.00	502.50	500.83±1.44
ส่วนเมล็ดพริกแดง	0.241	0.244	0.237	272.50	275.00	267.50	271.67±3.81

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

สารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียวซ้ำที่ 1 มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เท่ากับ 0.229

จากสมการเส้นตรงของสารมาตรฐานกรดแกลลิก $y = 1.1076x$

แทนค่าการดูดกลืนแสง ในสมการ $0.229 = 1.1076x$

$$X = 0.207$$

จากการทดลองสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา มีความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้

ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ซึ่งจะมีปริมาณสารสกัดเท่ากับ 0.8 มิลลิกรัม

จาก 1 มิลลิลิตรมีปริมาณสารสกัด 8 มิลลิกรัม

0.1 มิลลิลิตรมีปริมาณสารสกัด 0.8 มิลลิกรัม

ดังนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบ 0.8 มิลลิกรัม เทียบกับปริมาณกรดแกล

ลิกได้ 0.207 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

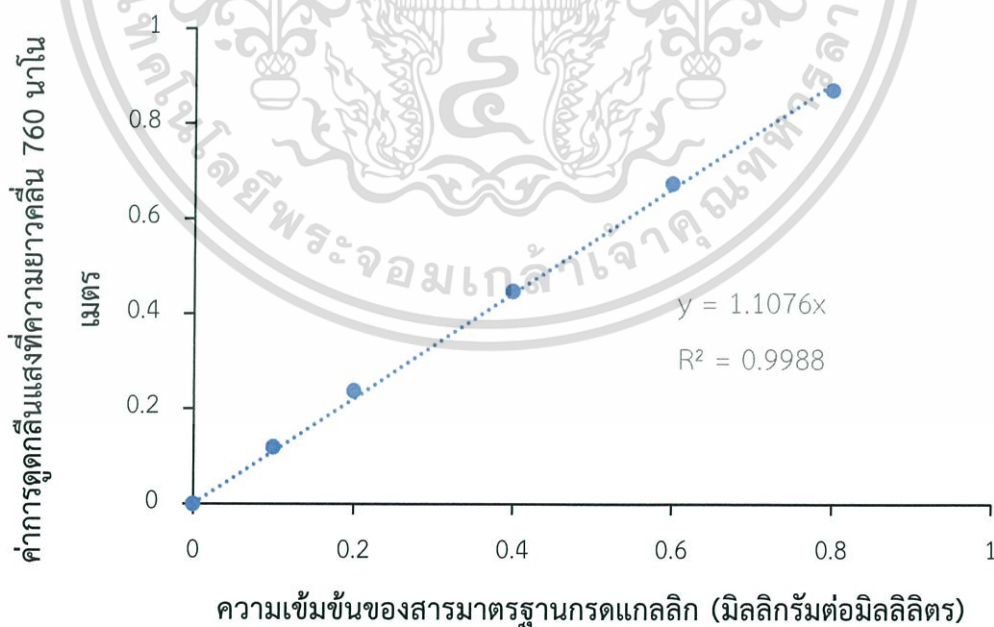
เมื่อสารสกัด 0.8 มิลลิกรัม มีปริมาณกรดแกลลิก = 0.207 มิลลิกรัม

สารสกัด 1000 มิลลิกรัม มีปริมาณกรดแกลลิก = (0.207 × 1000)/ 0.8 มิลลิกรัม

$$= 258.75 \text{ มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด}$$

ตารางที่ ข-3 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760			
	จำนวนครั้งที่การทดลอง			ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
0.10	0.114	0.124	0.121	0.12
0.20	0.237	0.238	0.238	0.24
0.40	0.448	0.448	0.447	0.45
0.60	0.668	0.687	0.668	0.67
0.80	0.869	0.874	0.871	0.87
1.00	1.109	1.098	1.096	1.10



รูปที่ ข-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร

ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content)

ตารางที่ ข-4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากพริกชี้หนู
สายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ค่าการดูดกลืนแสง			ปริมาณฟลาโวนอยด์			
	ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร			(มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอร์ซีทินต่อกรัมของสารสกัด)			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย
ส่วนเนื้อพริกเขียว	0.265	0.266	0.266	11.54	11.58	11.58	11.57±0.02
ส่วนเนื้อพริกแดง	0.412	0.407	0.415	17.94	17.72	18.07	17.91±0.18
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	0.300	0.303	0.303	13.19	13.06	13.19	13.15±0.08
ส่วนเมล็ดพริกแดง	0.070	0.068	0.075	3.05	3.27	2.96	3.09±0.16

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

สารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียวซ้ำที่ 1 มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร เท่ากับ 0.265

จากสมการเส้นตรงของสารมาตรฐานเคอร์ซีทิน $y = 5.7409x$

แทนค่าการดูดกลืนแสง ในสมการ $0.265 = 5.7409x$

$$x = 0.0462$$

จากการทดลองสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา มีความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้

ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ซึ่งจะมีปริมาณสารสกัดเท่ากับ 4 มิลลิกรัม

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดหยาบ 4 มิลลิกรัม เทียบเท่าปริมาณ

เคอร์ซีทิน 0.05 มิลลิกรัม ดังนั้น

เมื่อสารสกัด 4 มิลลิกรัม มีปริมาณเคอร์ซีทิน = 0.0462 มิลลิกรัม

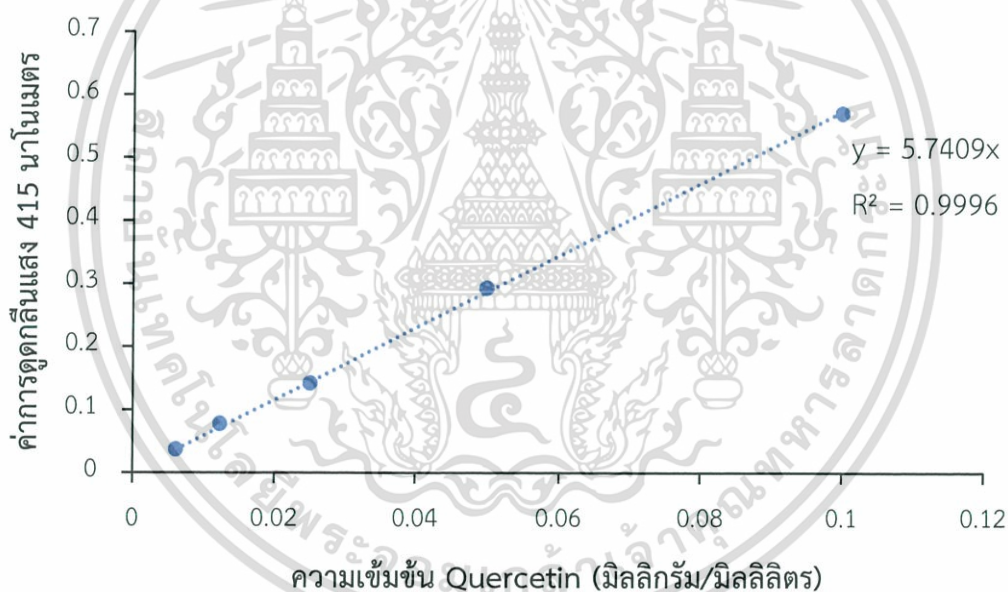
สารสกัด 1000 มิลลิกรัม มีปริมาณเคอร์ซีทิน = (0.0462 × 1000) / 4 มิลลิกรัม

$$= 11.55 \text{ มิลลิกรัมสมมูลย์ของเคอร์ซีทินต่อกรัมของสารสกัด}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานเคอเวอซิทิน

ความเข้มข้น Quercetin (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร			
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย
0.00625	0.033	0.036	0.041	0.04 ± 0.04
0.0125	0.082	0.081	0.069	0.08 ± 0.01
0.0250	0.144	0.142	0.141	0.14 ± 0.00
0.0500	0.29	0.303	0.286	0.29 ± 0.01
0.1000	0.593	0.607	0.512	0.57 ± 0.05
0.2000	1.352	1.405	1.700	1.49 ± 0.19



รูปที่ ข-2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร
ของสารมาตรฐานเคอเวอซิทิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH (Scavenging activity on DPPH radical)

ตารางที่ ข-6 ข้อมูลค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของสารสกัดจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ความเข้มข้นสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร		
		ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3
ส่วนเนื้อพริกเขียว	0.50	0.510	0.520	0.524
	1.50	0.468	0.448	0.448
	2.50	0.362	0.354	0.356
	3.50	0.307	0.314	0.297
ส่วนเนื้อพริกแดง	0.50	0.504	0.496	0.508
	1.50	0.413	0.417	0.418
	2.50	0.326	0.335	0.324
	3.50	0.276	0.286	0.283
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	0.50	0.462	0.469	0.464
	1.50	0.333	0.324	0.340
	2.50	0.236	0.254	0.195
	3.50	0.187	0.144	0.172
ส่วนเมล็ดพริกแดง	0.50	0.500	0.494	0.497
	1.50	0.423	0.417	0.419
	2.50	0.367	0.356	0.371
	3.50	0.325	0.313	0.319

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH)

ค่าการดูดกลืนแสงของเอทานอล (blank) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เท่ากับ 0.069

ค่าการดูดกลืนแสงของส่วนเนื้อพริกเขียวความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร + สารละลาย DPPH

ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (A_1) เท่ากับ 0.441 (0.510 – 0.069)

ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (A_0) เท่ากับ

$$0.562 - 0.069 = 0.493$$

$$\text{จากสูตร ร้อยละการยับยั้ง (\% inhibition) = } [(A_0 - A_1 / A_0)] \times 100$$

$$= [0.493 - 0.441 / 0.493] \times 100$$

$$= 10.55$$

ดังนั้นร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH ของส่วนเนื้อพริกเขียวความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซ้ำที่ 1 เท่ากับ 10.55 (ตารางที่ ข-7)

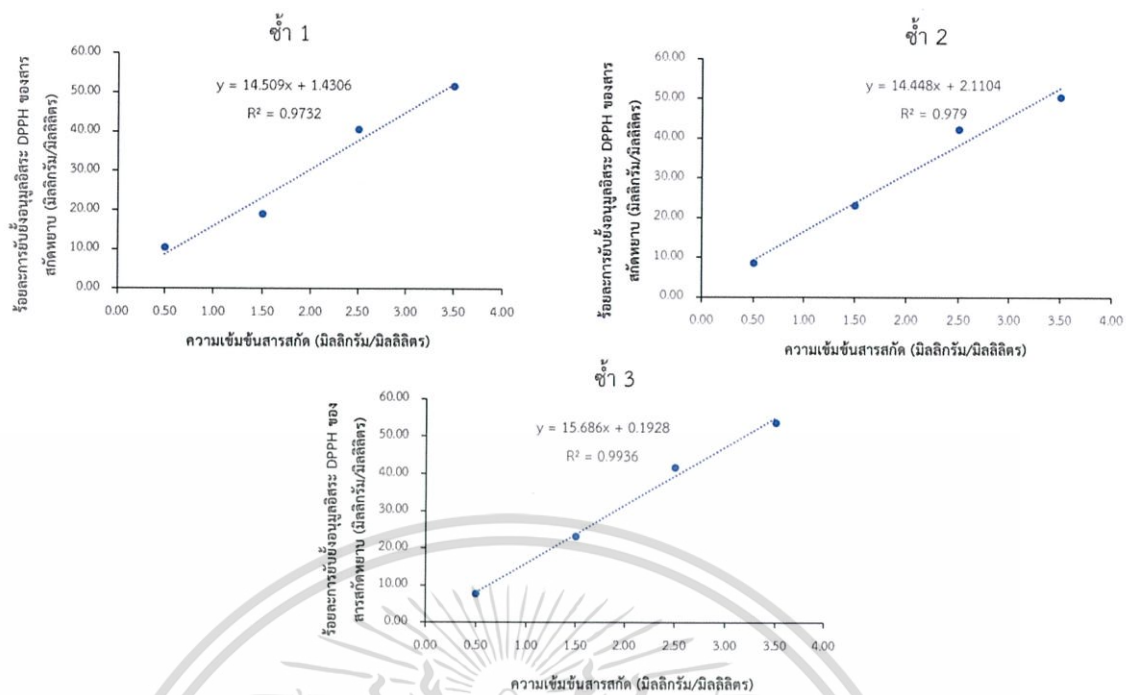


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

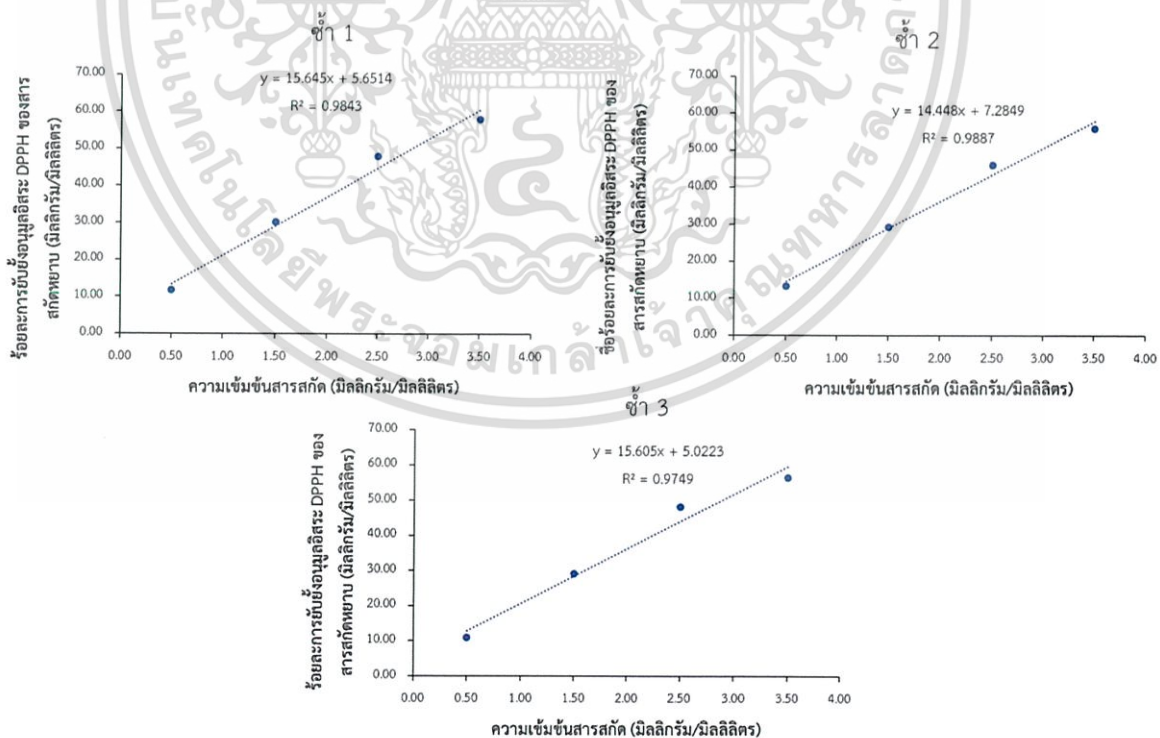
ตารางที่ ข-7 ข้อมูลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ส่วนของพริก	ความเข้มข้นสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละการยับยั้งที่ความเข้มข้นของสารสกัด ต่าง ๆ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)			
		ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ค่าเฉลี่ย
ส่วนเนื้อพริกเขียว	0.50	10.55	8.52	7.71	8.89±1.46
	1.50	19.07	23.12	23.12	21.74±2.34
	2.50	40.57	42.19	41.78	41.49±0.85
	3.50	51.72	50.30	53.75	51.90±1.73
ส่วนเนื้อพริกแดง	0.50	11.76	13.39	10.95	12.00±1.24
	1.50	30.22	29.41	29.21	29.58±0.53
	2.50	47.87	46.04	48.28	47.37±1.19
	3.50	58.01	55.98	56.59	56.85±1.73
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	0.50	20.28	18.86	19.88	19.64±0.73
	1.50	46.45	48.28	45.03	46.56±1.62
	2.50	66.13	62.47	74.44	67.67±6.13
	3.50	76.06	84.79	79.11	79.98±4.43
ส่วนเมล็ดพริกแดง	0.50	12.58	13.79	13.18	13.15±0.61
	1.50	28.19	29.41	29.01	28.84±0.62
	2.50	39.55	41.78	38.74	40.00± 1.57
	3.50	48.07	50.51	49.29	49.27±1.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



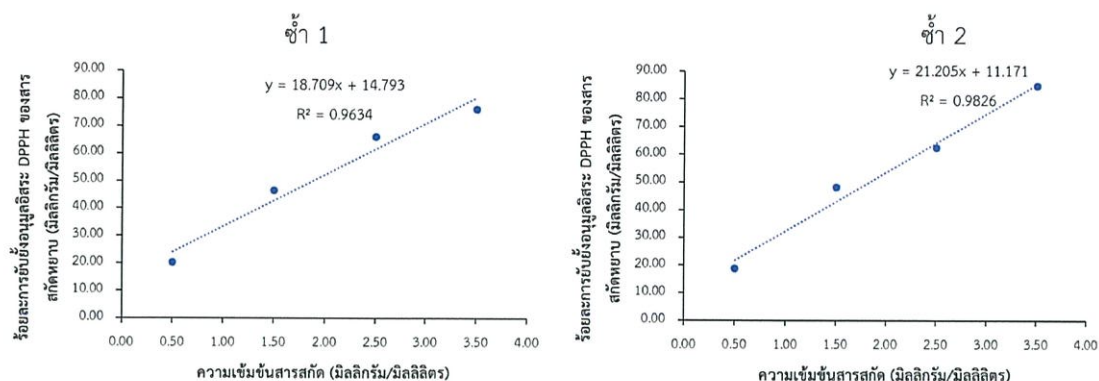
รูปที่ ข-3 กราฟร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH จากสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียว ที่ความเข้มข้นของสารสกัดต่าง ๆ



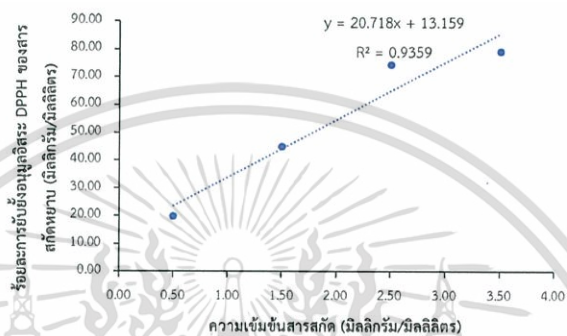
รูปที่ ข-4 กราฟร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH จากสารสกัดส่วนเนื้อพริกแดง

ที่ความเข้มข้นของสารสกัดต่าง ๆ

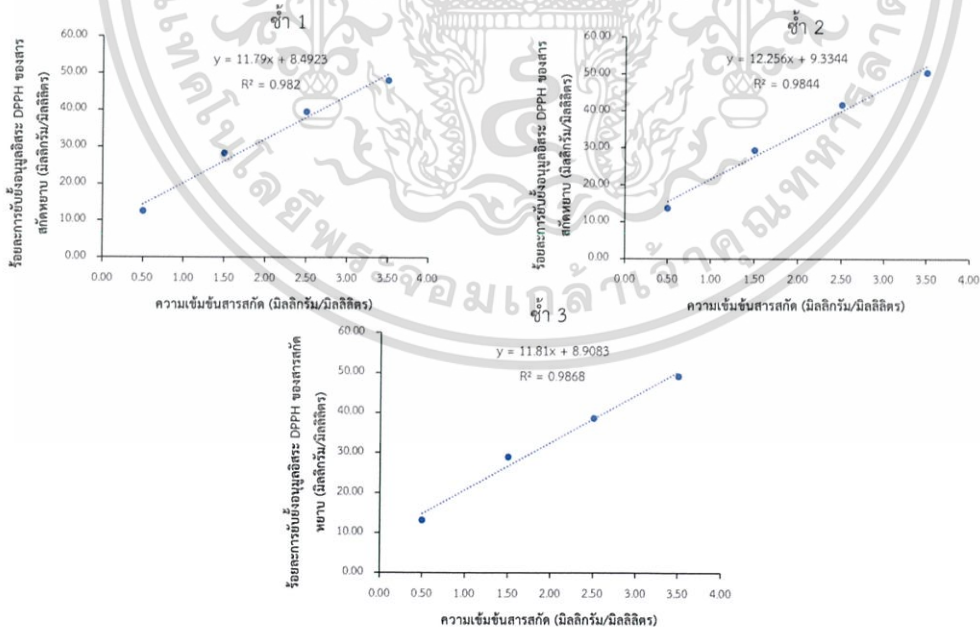
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ซ้ำ 3



รูปที่ ข-5 กราฟร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH จากสารสกัดส่วนเมล็ดพริกเขียว ที่ความเข้มข้นของสารสกัดต่าง ๆ



รูปที่ ข-6 กราฟร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH จากสารสกัดส่วนเมล็ดพริกแดง ที่ความเข้มข้นของสารสกัดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-8 ข้อมูลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา สามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀)

ส่วนของพริก	สมการ	IC ₅₀	ค่าเฉลี่ย
ส่วนเนื้อพริกเขียว	$y = 14.509x + 1.43$ (R ² 0.9732)	3.35	3.28±0.09
	$y = 14.448x + 2.1104$ (R ² 0.9790)	3.31	
	$y = 15.686x + 0.1928$ (R ² 0.9936)	3.18	
ส่วนเนื้อพริกแดง	$y = 15.645x + 5.6514$ (R ² 0.9843)	2.83	2.89±0.07
	$y = 14.448x + 7.2849$ (R ² 0.9887)	2.96	
	$y = 15.605x + 5.0223$ (R ² 0.9749)	2.88	
	$y = 18.709x + 14.793$ (R ² 0.9634)	1.88	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	$y = 21.205x + 11.171$ (R ² 0.9826)	1.83	1.83±0.05
	$y = 20.718x + 13.159$ (R ² 0.9359)	1.78	
	$y = 11.79x + 8.4923$ (R ² 0.982)	3.52	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	$y = 12.256x + 9.3344$ (R ² 0.9844)	3.32	3.44±0.11
	$y = 11.81x + 8.9083$ (R ² 0.9868)	3.48	
	$y = 234.59x + 8.9996$ R ² = 0.9227	0.18	
สารมาตรฐาน BHT	$y = 235.08x + 8.3933$ R ² = 0.9535	0.18	0.18±0.01
	$y = 222.55x + 8.5942$ R ² = 0.9412	0.19	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคิดคำนวณค่าความเข้มข้นที่สารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀)

จากสมการที่ได้จากกราฟร้อยละการยับยั้งสารอนุมูลอิสระ DPPH จากสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียว

$$y = 14.509x + 1.43$$

แทนค่า 50 ลง ใน y ; $50 = 14.509x + 1.43$

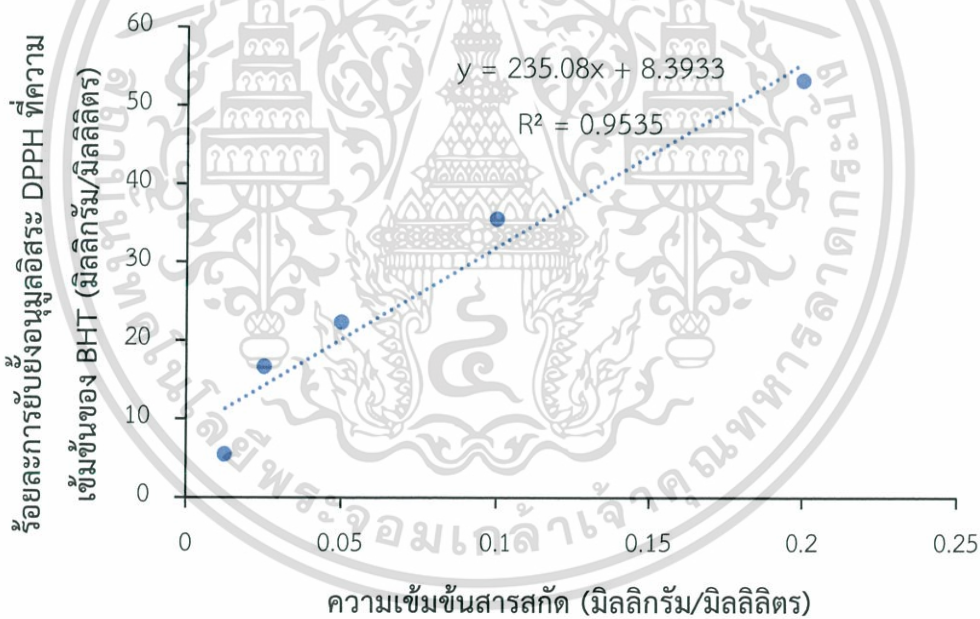
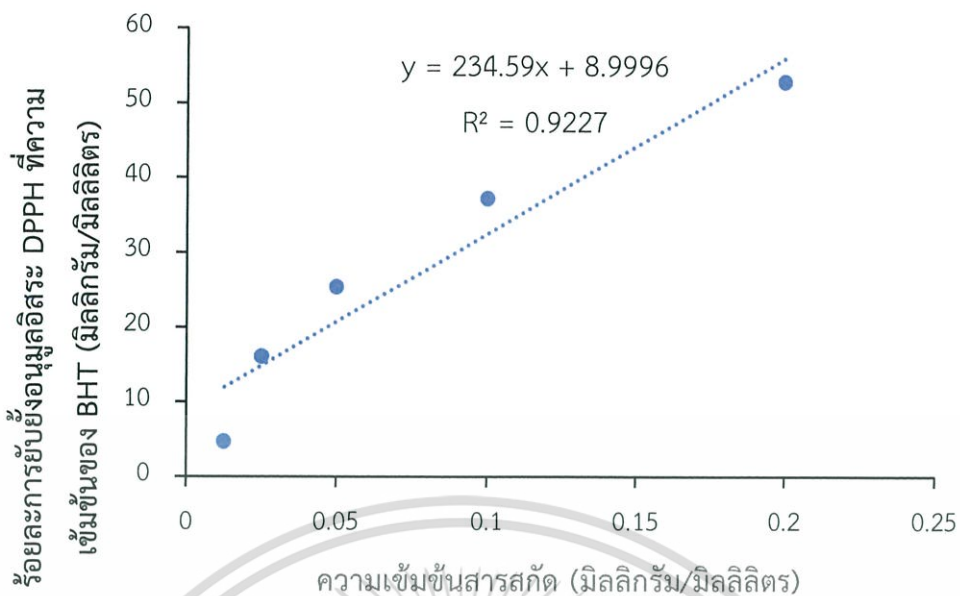
$$x = 3.35$$

ดังนั้น ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดจากสารสกัดส่วนเนื้อพริกเขียวสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 เท่ากับ 3.35 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

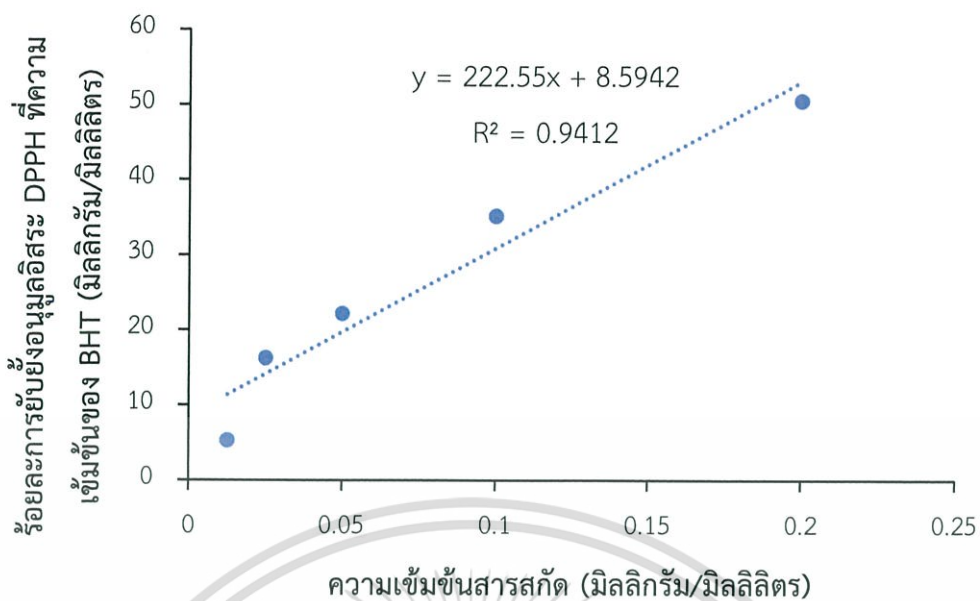
ตารางที่ ข-9 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร และร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT

ความเข้มข้นสารมาตรฐาน BHT (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร			ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH			ค่าเฉลี่ย
	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	ซ้ำ 1	ซ้ำ 2	ซ้ำ 3	
0.0125	0.539	0.535	0.536	4.67	5.48	5.27	5.14 ± 0.42
0.025	0.483	0.48	0.482	16.02	16.63	16.23	16.29 ± 0.31
0.05	0.437	0.452	0.453	25.35	22.31	22.11	23.26 ± 1.82
0.1	0.379	0.387	0.389	37.12	35.50	35.09	35.90 ± 1.07
0.2	0.302	0.3	0.313	52.74	53.14	50.51	52.13 ± 1.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ซ้ำที่ 3

รูปที่ ข-3 กราฟแสดงร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลของสารสกัดจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

ตารางที่ ข-10 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดด้วยเอทานอลจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

เชื้อแบคทีเรีย ทดสอบ	บริเวณยับยั้ง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)															
	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)															
	300				400				500				600			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
<i>Bacillus subtilis</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	10.33	9.95	10.2	10.16±0.19	10.295	10.40	10.38	10.36±0.06	10.72	10.75	10.68	10.72±0.04	11.865	11.64	11.65	11.72±0.13
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	10.00	9.91	9.88	9.93±0.62	10.33	10.42	10.35	10.37±0.05	10.49	10.60	10.59	10.56±0.06	11.04	10.95	10.91	10.97±0.67
ส่วนเมล็ดพริกแดง	9.46	9.45	9.37	9.43±0.50	9.42	9.47	9.42	9.44±0.03	9.94	9.96	10.00	9.97±0.03	10.26	10.39	10.29	10.31±0.07
<i>Bacillus cereus</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	9.31	9.24	9.21	9.25±0.05	9.60	9.76	9.73	9.70±0.07	9.77	9.56	9.61	9.71±0.11	9.93	10.37	10.31	10.20±0.24
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	9.59	9.67	9.65	9.64±0.42	9.76	9.79	9.79	9.78±0.02	9.81	10.07	10.01	9.96±0.14	10.29	10.54	10.46	10.43±0.13
ส่วนเมล็ดพริกแดง	8.41	8.55	8.61	8.52±0.10	8.98	9.18	9.19	9.12±0.12	9.48	9.81	9.71	9.67±0.17	10.50	10.40	10.37	10.42±0.68
<i>Staphylococcus aureus</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	8.58	8.51	8.54	8.54±0.04	8.9	8.95	8.97	8.94±0.04	9.22	9.17	9.19	9.19±0.03	9.47	9.52	9.48	9.49±0.03
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-10 แสดงเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดด้วยเอทานอลจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา (ต่อ)

เชื้อแบคทีเรียทดสอบ	บริเวณยับยั้ง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)															
	ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)															
	300				400				500				600			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	เฉลี่ย
<i>Escherichia coli</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i>																
ส่วนเนื้อพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเนื้อพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ส่วนเมล็ดพริกแดง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	ไม่มีเกิดบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย															

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนู
สายพันธุ์จินดา

ตารางที่ ค-1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของร้อยละผลได้ของ
สารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Descriptives

ร้อยละผลได้

สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	59.3767	5.31211	3.06695	46.1806	72.5727	53.27	62.93
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	30.4867	1.67435	.96668	26.3274	34.6460	29.06	32.33
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	63.8800	5.58710	3.22571	50.0009	77.7591	57.45	67.55
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	14.9600	.27074	.15631	14.2874	15.6326	14.77	15.27
Total	12	42.1758	21.44222	6.18983	28.5521	55.7996	14.77	67.55

ตารางที่ ค-2 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของของร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริก
ชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ANOVA

ร้อยละผลได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4932.833	3	1644.278	105.553	.000
Within Groups	124.622	8	15.578		
Total	5057.455	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-3 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Duncan

ร้อยละผลได้

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	14.9600		
ส่วนเนื้อพริกแดง	3		30.4867	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3			59.3767
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			63.8800
Sig.		1.000	1.000	.200

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

6. การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content)

ตารางที่ ค-4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Descriptives

phenolic

สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	256.6667	5.90727	3.41056	241.9922	271.3411	250.00	261.25
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	373.7500	6.61438	3.81881	357.3190	390.1810	366.25	378.75
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	500.8333	1.44338	.83333	497.2478	504.4189	500.00	502.50
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	271.6667	3.81881	2.20479	262.1802	281.1531	267.50	275.00
Total	12	350.7292	102.10074	29.47395	285.8574	415.6009	250.00	502.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-5 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

ANOVA

phenolic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	114479.557	3	38159.852	1601.463	.000
Within Groups	190.625	8	23.828		
Total	114670.182	11			

ตารางที่ ค-6 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

Duncan

phenolic

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	256.6667			
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		271.6667		
ส่วนเนื้อพริกแดง	3			373.7500	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3				500.8333
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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content)

ตารางที่ ค-7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Descriptives

flavonoid

สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	11.5667	.02309	.01333	11.5093	11.6240	11.54	11.58
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	17.9100	.17692	.10214	17.4705	18.3495	17.72	18.07
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	13.1467	.07506	.04333	12.9602	13.3331	13.06	13.19
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	3.0933	.15948	.09207	2.6972	3.4895	2.96	3.27
Total	12	11.4292	5.58809	1.61314	7.8787	14.9797	2.96	18.07

ตารางที่ ค-8 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

ANOVA

flavonoid

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	343.368	3	114.456	7278.603	.000
Within Groups	.126	8	.016		
Total	343.494	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดา

Duncan

flavonoid

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	3.0933			
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		11.5667		
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			13.1467	
ส่วนเนื้อพริกแดง	3				17.9100
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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH (Scavenging activity on DPPH radical)

ตารางที่ ค-10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

ร้อยละยับยั้ง DPPH

ความเข้มข้น (mg/ml) สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
					300	ส่วนเนื้อพริกเขียว			3
	ส่วนเนื้อพริกแดง	3	12.0333	1.24275	.71750	8.9462	15.1205	10.95	13.39
	ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	19.6733	.73221	.42274	17.8544	21.4922	18.86	20.28
	ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	13.1833	.60501	.34930	11.6804	14.6863	12.58	13.79
	Total	12	13.4542	4.18850	1.20912	10.7929	16.1154	7.71	20.28
400	ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	21.7700	2.33827	1.35000	15.9614	27.5786	19.07	23.12
	ส่วนเนื้อพริกแดง	3	29.6133	.53482	.30878	28.2848	30.9419	29.21	30.22
	ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	46.5867	1.62930	.94068	42.5392	50.6341	45.03	48.28
	ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	28.8700	.62193	.35907	27.3250	30.4150	28.19	29.41
	Total	12	31.7100	9.60744	2.77343	25.6057	37.8143	19.07	48.28
500	ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	41.5133	.84228	.48629	39.4210	43.6057	40.57	42.19
	ส่วนเนื้อพริกแดง	3	47.3967	1.19266	.68858	44.4339	50.3594	46.04	48.28
	ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	67.6800	6.13369	3.54129	52.4431	82.9169	62.47	74.44
	ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	40.0233	1.57430	.90892	36.1125	43.9341	38.74	41.78
	Total	12	49.1533	11.86521	3.42519	41.6145	56.6921	38.74	74.44
600	ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	51.9233	1.73396	1.00110	47.6159	56.2307	50.30	53.75
	ส่วนเนื้อพริกแดง	3	56.8600	1.04159	.60136	54.2726	59.4474	55.98	58.01
	ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	79.9867	4.43053	2.55797	68.9806	90.9927	76.06	84.79
	ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	49.2900	1.22000	.70437	46.2594	52.3206	48.07	50.51
	Total	12	59.5150	12.84660	3.70849	51.3527	67.6773	48.07	84.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-11 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

ร้อยละยับยั้ง DPPH

ความเข้มข้น (mg/ml)		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
300	Between Groups	183.805	3	61.268	53.427	.000
	Within Groups	9.174	8	1.147		
	Total	192.979	11			
400	Between Groups	997.741	3	332.580	151.259	.000
	Within Groups	17.590	8	2.199		
	Total	1015.331	11			
500	Between Groups	1464.149	3	488.050	46.225	.000
	Within Groups	84.465	8	10.558		
	Total	1548.614	11			
600	Between Groups	1764.967	3	588.322	93.349	.000
	Within Groups	50.419	8	6.302		
	Total	1815.386	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-12 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

ร้อยละย้อย DPPH

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	8.9267		
ส่วนเนื้อพริกแดง	3		12.0333	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		13.1833	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			19.6733
Sig.		1.000	.225	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-13 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

ร้อยละย้อย DPPH

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	21.7700		
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		28.8700	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		29.6133	
ส่วนเนื้อพริกแดง	3			46.5867
Sig.		1.000	.556	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are isplayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-14 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

ร้อยละยี่สิบ DPPH

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	40.0233		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	41.5133	41.5133	
ส่วนเนื้อพริกแดง	3		47.3967	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			67.6800
Sig.		.590	.057	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are isplayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-15 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

ร้อยละยี่สิบ DPPH

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	49.2900		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	51.9233		
ส่วนเนื้อพริกแดง	3		56.8600	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			79.9867
Sig.		.235	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are isplayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-16 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเข้มข้นที่สารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀)

Descriptives

สารตัวอย่าง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	3.2800	.08888	.05132	3.0592	3.5008	3.18	3.35
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	2.8900	.06557	.03786	2.7271	3.0529	2.83	2.96
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	1.8300	.05000	.02887	1.7058	1.9542	1.78	1.88
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	3.4400	.10583	.06110	3.1771	3.7029	3.32	3.52
BHT	3	.1833	.00577	.00333	.1690	.1977	.18	.19
Total	15	2.3247	1.25273	.32345	1.6309	3.0184	.18	3.52

ตารางที่ ค-17 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความเข้มข้นที่สารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาสามารถต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀)

ANOVA

IC₅₀

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	21.919	4	5.480	1056.493	.000
Within Groups	.052	10	.005		
Total	21.971	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-18 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าความเข้มข้นที่สารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ร้อยละ 50 (IC₅₀)

Duncan

IC₅₀

สารตัวอย่าง	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
BHT	3	.1833				
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3		1.8300			
ส่วนเนื้อพริกแดง	3			2.8900		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3				3.2800	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3					3.4400
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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัด

หยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดา

a. เชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633

ตารางที่ ค-19 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

ความเข้มข้น mg/ml สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
300 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	10.1600	.19313	.11150	9.6802	10.6398	9.95	10.33
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	9.9300	.06245	.03606	9.7749	10.0851	9.88	10.00
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	9.4267	.04933	.02848	9.3041	9.5492	9.37	9.46
Total	12	7.3792	4.45931	1.28729	4.5459	10.2125	.00	10.33
400 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	10.3583	.05575	.03219	10.2198	10.4968	10.30	10.40
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	10.3667	.04726	.02728	10.2493	10.4841	10.33	10.42
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	9.4367	.02887	.01667	9.3650	9.5084	9.42	9.47
Total	12	7.5404	4.56427	1.31759	4.6404	10.4404	.00	10.42
500 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	10.7167	.03512	.02028	10.6294	10.8039	10.68	10.75
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	10.5600	.06083	.03512	10.4089	10.7111	10.49	10.60
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	9.9667	.03055	.01764	9.8908	10.0426	9.94	10.00
Total	12	7.8108	4.71928	1.36234	4.8123	10.8093	.00	10.75
600 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	11.7183	.12712	.07339	11.4026	12.0341	11.64	11.87
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	10.9667	.06658	.03844	10.8013	11.1321	10.91	11.04
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	10.3133	.06807	.03930	10.1442	10.4824	10.26	10.39
Total	12	8.2496	5.00217	1.44400	5.0714	11.4278	.00	11.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-20 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

ความเข้มข้น mg/ml		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
300	Between Groups	218.652	3	72.884	6681.510	.000
	Within Groups	.087	8	.011		
	Total	218.740	11			
400	Between Groups	229.146	3	76.382	49478.213	.000
	Within Groups	.012	8	.002		
	Total	229.158	11			
500	Between Groups	244.976	3	81.659	55676.263	.000
	Within Groups	.012	8	.001		
	Total	244.987	11			
600	Between Groups	275.188	3	91.729	14545.801	.000
	Within Groups	.050	8	.006		
	Total	275.239	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-21 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000			
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		9.4267		
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			9.9300	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3				10.1600
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-22 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000		
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		9.4367	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3			10.3583
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			10.3667
Sig.		1.000	1.000	.802

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-23 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000			
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		9.9667		
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			10.5600	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3				10.7167
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-24 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000			
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		10.3133		
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			10.9667	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3				11.7183
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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. เชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040

ตารางที่ ค-25 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่างๆ

Descriptives

ความเข้มข้น mg/ml สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
300 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	9.2533	.05132	.02963	9.1259	9.3808	9.21	9.31
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	9.6367	.04163	.02404	9.5332	9.7401	9.59	9.67
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	8.5233	.10263	.05925	8.2684	8.7783	8.41	8.61
Total	12	6.8533	4.15410	1.19918	4.2139	9.4927	.00	9.67
400 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	9.6967	.08505	.04910	9.4854	9.9079	9.60	9.76
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	9.7800	.01732	.01000	9.7370	9.8230	9.76	9.79
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	9.1167	.11846	.06839	8.8224	9.4109	8.98	9.19
Total	12	7.1483	4.31931	1.24688	4.4040	9.8927	.00	9.79
500 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	9.6467	.10970	.06333	9.3742	9.9192	9.56	9.77
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	9.9633	.13614	.07860	9.6251	10.3015	9.81	10.07
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	9.6667	.16921	.09770	9.2463	10.0870	9.48	9.81
Total	12	7.3192	4.41679	1.27502	4.5129	10.1255	.00	10.07
600 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	10.2033	.23861	.13776	9.6106	10.7961	9.93	10.37
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	10.4300	.12767	.07371	10.1128	10.7472	10.29	10.54
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	10.4233	.06807	.03930	10.2542	10.5924	10.37	10.50
Total	12	7.7642	4.68445	1.35228	4.7878	10.7405	.00	10.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-26 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

ความเข้มข้น mg/ml		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
300	Between Groups	189.792	3	63.264	16983.630	.000
	Within Groups	.030	8	.004		
	Total	189.822	11			
400	Between Groups	205.178	3	68.393	12684.886	.000
	Within Groups	.043	8	.005		
	Total	205.221	11			
500	Between Groups	214.469	3	71.490	4830.394	.000
	Within Groups	.118	8	.015		
	Total	214.588	11			
600	Between Groups	241.229	3	80.410	4130.633	.000
	Within Groups	.156	8	.019		
	Total	241.385	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-27 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000			
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		8.5233		
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3			9.2533	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3				9.6367
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-28 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000		
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		9.1167	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3			9.6967
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			9.7800
Sig.		1.000	1.000	.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-29 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	.0000		
ส่วนเนื้อพริกแดง	3		9.6467	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		9.6667	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3			9.9633
Sig.		1.000	.845	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-30 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		10.2033
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3		10.4233
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3		10.4300
Sig.		1.000	.093

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 เชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

ตารางที่ ค-31 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

ความเข้มข้น mg/ml สารสกัดหยาบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
300 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	8.5433	.03512	.02028	8.4561	8.6306	8.51	8.58
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	1 2	2.1358	3.86390	1.11541	-.3192	4.5908	.00	8.58
400 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	8.9400	.03606	.02082	8.8504	9.0296	8.90	8.97
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	1 2	2.2350	4.04330	1.16720	-.3340	4.8040	.00	8.97
500 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	9.1933	.02517	.01453	9.1308	9.2558	9.17	9.22
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	1 2	2.2983	4.15786	1.20027	-.3434	4.9401	.00	9.22
600 ส่วนเนื้อพริกเขียว	3	9.4900	.02646	.01528	9.4243	9.5557	9.47	9.52
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Total	1 2	2.3725	4.29203	1.23900	-.3545	5.0995	.00	9.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควรแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-32 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

ความเข้มข้น mg/ml		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
300	Between Groups	164.224	3	54.741	177539.703	.000
	Within Groups	.002	8	.000		
	Total	164.227	11			
400	Between Groups	179.828	3	59.943	184439.077	.000
	Within Groups	.003	8	.000		
	Total	179.831	11			
500	Between Groups	190.164	3	63.388	400345.474	.000
	Within Groups	.001	8	.000		
	Total	190.165	11			
600	Between Groups	202.635	3	67.545	385971.857	.000
	Within Groups	.001	8	.000		
	Total	202.637	11			

ตารางที่ ค-33 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		8.5433
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-34 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		8.9400
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-35 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกขี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		9.1933
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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-36 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากพริกชี้หนูสายพันธุ์จินดาที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan

สารสกัดหยาบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ส่วนเนื้อพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกเขียว	3	.0000	
ส่วนเมล็ดพริกแดง	3	.0000	
ส่วนเนื้อพริกเขียว	3		9.4900
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้