

ผลของสูตรอาหารและแสงที่ช่วยส่งเสริมปริมาณสารออกฤทธิ์  
ทางชีวภาพ cordycepin จากการเพาะเลี้ยง  
*Cordyceps militaris* และประสิทธิภาพการยับยั้ง  
เชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp.

EFFECT OF CULTURE MEDIA AND LIGHTS ENHANCE  
CORDYCEPIN BIOACTIVE SUBSTANCES  
BY *Cordyceps militaris* FOR INHIBITION OF  
*Salmonella* spp.



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)  
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF CULTURE MEDIA AND LIGHTS ENHANCE  
CORDYCEPIN BIOACTIVE SUBSTANCES  
BY *Cordyceps militaris* FOR INHIBITION OF  
*Salmonella* spp.



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIRMENT FOR  
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ ผลของสูตรอาหารและแสงที่ช่วยส่งเสริมปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin จากการเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* และประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp.

EFFECT OF CULTURE MEDIA AND LIGHTS ENHANCE CORDYCEPIN BIOACTIVE SUBSTANCES BY *Cordyceps militaris* FOR INHIBITION OF *Salmonella* spp.

ชื่อนักศึกษา นางสาวนภัสสร มงคลเลิศ รหัสนักศึกษา 58050902  
นายันทพงษ์ มีเงิน รหัสนักศึกษา 58050904  
นางสาวสาวิตรี แต่งชุมพล รหัสนักศึกษา 58050990



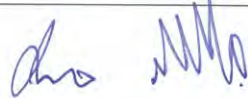
ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. วัฒนา ชูโชติ ประธานกรรมการ	
รศ.ดร. นवलพรรณ วัฒนธรรมากร กรรมการ	
ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในการศึกษาเพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หัวข้อโครงการพิเศษ** ผลของสูตรอาหารและแสงที่ช่วยส่งเสริมปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin จากการเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* และประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp.

**ชื่อนักศึกษา** นางสาวนภัสสร มงคลเลิศ รหัสนักศึกษา 58050902

นายนัทพงศ์ มีเงิน รหัสนักศึกษา 58050904

นางสาวสาวิตรี แต่งชุมพล รหัสนักศึกษา 58050990

**ปริญญา** วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

**ภาควิชา** ชีววิทยา

**คณะ** วิทยาศาสตร์

**มหาวิทยาลัย** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

**ปีการศึกษา** 2561

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสูตรอาหารข้าวกับแสงชนิดต่างๆ รวมถึงแสงไฟ LED สีขาวและสีชมพูต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ส่งผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin และการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp. โดยจากการศึกษาพบว่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แสงภายใต้การให้แสงสีชมพูมีน้ำหนักสดมากที่สุดเท่ากับ  $30.530 \pm 0.868$  กรัม และน้ำหนักแห้งเท่ากับ  $3.188 \pm 0.328$  กรัม และยังให้จำนวนพืดตึงบอดี้ที่ความสูงต่างๆมากที่สุด ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จึงหรีดภายใต้การให้แสงสีชมพู มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสาร cordycepin สูงที่สุดเท่ากับ  $49.153 \pm 0.381$  เปอร์เซ็นต์และ  $2.582 \pm 0.048$  มิลลิกรัมต่อกรัมเห็ดตามลำดับ และการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากเห็ดถั่งเช่าสีทองพบว่าสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จึงหรีดภายใต้การให้แสงสีชมพูมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *Salmonella* spp. ได้ดีที่สุด โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเฉลี่ยเท่ากับ 0.68 เซนติเมตร

**คำสำคัญ** *Cordyceps militaris* , cordycepin , *Salmonella* spp. , ผลของแสงไฟ , สารออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ฤทธิ์ชีวภาพ  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	EFFECT OF CULTURE MEDIA AND LIGHTS ENHANCE CORDYCEPIN BIOACTIVE SUBSTANCES BY <i>Cordyceps militaris</i> FOR INHIBITION OF <i>Salmonella</i> spp.	
Student	Miss Napatsorn Mongkolert	Student ID 58050902
	Mr. Nuttapong Mee - ngerm	Student ID 58050904
	Miss Sawitree Tangchumpol	Student ID 58050990
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)	
Department	Biology	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2018	
Advisor	Asst.Prof. Mongkol Phensajjai	

### Abstract

This research aims to study the effects of culture media and lights enhance cordycepin bioactive substances by *Cordyceps militaris* for inhibition of *Salmonella* spp. The culture of *Cordyceps militaris* on jasmine rice without insects under pink light gave highest amount of fruiting body, fresh weight  $30.530 \pm 0.868$  grams and dry weight of  $3.188 \pm 0.328$  grams. The highest antioxidants and the amount of cordycepin of *Cordyceps militaris* cultured on jasmine rice with crickets added under pink light extract was  $49.153 \pm 0.381$  percent and  $2.582 \pm 0.048$  milligrams per gram of mushroom , respectively and testing the effectiveness of bacterial inhibition of crude extracts from *Cordyceps militaris* the results revealed that crude extract from jasmine rice with crickets added under pink light had the best inhibition on the growth of *Salmonella* spp. The average diameter of the inhibitory area is 0.68 centimeters.

**Keywords** *Cordyceps militaris* , cordycepin , *Salmonella* spp. , effects of light ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า bioactive compounds

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง ผลของสูตรอาหารและแสงที่ช่วยส่งเสริมปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin จากการเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* และประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp. นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและให้ความกรุณาอย่างสูง ขอขอบพระคุณ ผศ. มงคล เพ็ญสายใจ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาและตรวจปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ตลอดจนให้ความรู้ประสบการณ์ที่ดีและให้คำชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหาจนกระทั่งโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ. วีน่า ชูโชติ ประธานกรรมการ และ รศ.ดร. นवलพรรณ ณ ระนอง กรรมการ ที่ได้ให้ความกรุณาสละเวลาเพื่อตรวจทาน และให้คำปรึกษาและพิจารณาโครงการพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจและสนับสนุนการทำโครงการพิเศษนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายตันติกร เต็มแก้ว ที่ได้ให้ความกรุณาสละเวลาเพื่อสอน แนะนำวิธีและให้คำปรึกษาจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน รวมถึงเพื่อนที่ร่วมทำโครงการพิเศษนี้ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือซึ่งกัน สามัคคีกันจนโครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังว่า โครงการพิเศษฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบคุณงามความดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ผู้ประสทธิประสาทวิชาความรู้ทุกท่านตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอมอบความกตัญญูทเวทิตาคุณแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขออภัยไว้ทั้งหมดและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นภัสสร มงคลเลิศ

นัทพงษ์ มีเงิน

สาวตรี แต่งชุมพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญรูปภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	1
1.3 ขอบเขต .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 เห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	3
2.2 ลักษณะสัณฐานของเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	3
2.3 วงจรชีวิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	4
2.4 ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	4
2.4.1 อาหาร .....	4
2.4.2 อุณหภูมิ .....	4
2.4.3 อากาศ .....	4
2.4.4 แสง .....	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.5 ความชื้น .....	5
2.5 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ .....	6
2.5.1 คอร์โคเซพิน .....	6
2.5.2 แอนติออกซิแดนท์ .....	6
2.6 การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยสูตรอาหารข้าวและแมลงชนิดต่างๆ .....	7
2.6.1 ข้าวหอมมะลิ .....	7
2.6.1.1 สรรพคุณและประโยชน์ของข้าวหอมมะลิ .....	7
2.6.2 ตักแต้ใหม่ .....	8
2.6.3 หนอนใหม่ .....	9
2.6.4 จิ้งหรีด .....	11
2.6.5 แมงกระซอน .....	12
2.7 การหาฤทธิ์ต้านทานอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH .....	13
2.8 HPLC (High Performance Liquid Chromatography) .....	13
2.9 ส่วนประกอบของ HPLC .....	14
2.9.1 mobile phase / solvent .....	14
2.9.2 degaser .....	14
2.9.3 pump .....	15
2.9.4 injector / autosampler .....	15
2.9.5 column .....	15
2.9.6 detector .....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 แบคทีเรีย <i>Salmonella</i> .....	15
2.11 หลักการเขียนชื่อ <i>Salmonella</i> serovar .....	16
2.11.1 กรณีที่ I ชื่อ <i>Salmonella</i> ที่อยู่ใน species enterica subspecies enterica .....	16
2.11.2 กรณีที่ II <i>Salmonella</i> พบใน species และ subspecies อื่นนอกเหนือจากกรณีที่ I .....	17
2.12 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพโดยวิธี disc diffusion method .....	17
2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	18
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย</b> .....	<b>19</b>
3.1 เชื้อจุลินทรีย์ .....	19
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี .....	19
3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ .....	19
3.2.2 สารเคมี .....	21
3.3 การเตรียมเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	21
3.3.1 การเตรียม sub - culture เห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	21
3.3.2 การเตรียม seed culture เห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	22
3.3.3 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	22
3.3.4 การหาความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น โดยวิธี standard plate count .....	22
3.3.5 การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยอาหารชนิดต่างๆ .....	22
3.3.6 การลงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารชนิดต่างๆ .....	23
3.3.7 ระยะเวลาในการบ่มและการให้แสงไฟ .....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.8 การเก็บเกี่ยวฟรุตติงบอดี วัตน้ำหนักสด - แห้ง และวัดความสูงเห็ดถึงเช่าสีทอง .....	23
3.3.9 ขั้นตอนการสกัดเห็ดถึงเช่าสีทอง .....	24
3.3.10 การวิเคราะห์สาร cordycepin .....	24
3.3.11 การวิเคราะห์สาร antioxidant .....	25
3.3.12 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของ สารสกัดหยาบ .....	25
3.3.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ .....	27
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b> .....	28
4.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใย .....	28
4.2 การหาความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้นโดยวิธี standard plate count .....	30
4.3 ปริมาณของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถึงเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยการ ให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพู .....	30
4.4 จำนวนฟรุตติงบอดีของเห็ดถึงเช่าสีทองที่ช่วงความสูงต่างๆ จากการเพาะเลี้ยง โดยให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพู .....	32
4.5 ปริมาณสารยับยั้งอนุมูลอิสระ .....	34
4.6 การทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ด้วยวิธี disc diffusion .....	36
4.7 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin .....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	41
5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย .....	41
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	42
เอกสารอ้างอิง .....	43
ภาคผนวก .....	49
ภาคผนวก ก .....	50
ภาคผนวก ข .....	51
ภาคผนวก ค .....	53
ภาคผนวก ง .....	58
ภาคผนวก จ .....	82



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น โดยวิธี standard plate count .....	30
4.2 แสดงปริมาณน้ำหนักรีดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองจากการเพาะเลี้ยงโดย ให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู .....	31
4.3 แสดงจำนวนฟรุติติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับความสูงต่างๆ จากการเพาะเลี้ยงโดย ให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู .....	32
4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จากการเพาะเลี้ยงโดยให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู .....	34
4.5 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Salmonella</i> Enteritidis และ <i>Salmonella</i> <i>Typhimurium</i> โดยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยให้แสงไฟ LED สีขาว .....	36
4.6 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Salmonella</i> Enteritidis และ <i>Salmonella</i> <i>Typhimurium</i> ด้วยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยให้แสงไฟ LED สีชมพู .....	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างสารคอร์โคโรไคเพน .....	6
2.2 ลักษณะของดักแด้ใหม่ .....	9
2.3 ลักษณะของหนอนใหม่ .....	10
2.4 วงจรชีวิตของหนอนใหม่และดักแด้ใหม่ .....	10
2.5 ลักษณะของจิ้งหรีด .....	12
2.6 ลักษณะของแมงกระซอน .....	12
2.7 กลไกการต้านอนุมูลอิสระของ DPPH .....	13
2.8 HPLC (High Performance Liquid Chromatography) .....	14
3.1 แสดงตำแหน่งในการวางตัวอย่างในการทดสอบหาบริเวณการยับยั้งเชื้อ .....	26
4.1 seed culture ของเชื้อ <i>C. militaris</i> ในอาหาร PDB ที่ได้นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสและเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 14 วัน .....	28
4.2 ลักษณะเส้นใยของเชื้อ <i>C. militaris</i> .....	29
4.3 ลักษณะฟรุติจิงของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่นำมาวิเคราะห์ .....	30
4.4 การให้แสงไฟ LED สีขาวในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	33
4.5 การให้แสงไฟ LED สีชมพูในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง .....	33
4.6 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดที่ได้จากการเพาะเลี้ยง เห็ดถั่งเช่าสีทองโดยการให้แสงไฟ LED สีขาว .....	35
4.7 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดที่ได้จากการเพาะเลี้ยง เห็ดถั่งเช่าสีทองโดยการให้แสงไฟ LED สีชมพู .....	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ <i>Salmonella</i> Typhimurium ด้วยสารสกัดหยาบจากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงจากสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีดโดยให้แสงไฟ LED สีชมพู .....	38
4.8 กราฟแสดงค่าสารมาตรฐาน cordycepin ที่ใช้ในการวิเคราะห์ .....	39
4.9 กราฟแสดงปริมาณสาร cordycepin ที่ได้จากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยสูตรอาหารข้าวชนิดต่างๆ ภายใต้การให้แสงไฟ LED สีขาวและ LED สีชมพู .....	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีการใช้สารสกัดทางชีวภาพกันอย่างแพร่หลายในการนำมายับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งในประเทศไทยมีการนำเอาเห็ดถั่งเช่าสีทองมาเพาะเลี้ยงและได้รับความนิยมเป็นอย่างมากซึ่งเห็ดชนิดนี้มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายสามารถแปรรูปทำเป็นผลิตภัณฑ์แคปซูลหรือในรูปของอาหารเสริมต่างๆ ได้ (Holliday *et al.*, 2004) ส่วนมากได้รับการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้สาร cordycepin (3'-deoxyadenosine) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านมะเร็งต่อต้านการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง และป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรีย (Song *et al.*, 1998) อีกทั้งค้นพบว่า เห็ดถั่งเช่าสีทองถูกใช้ในการป้องกัน และรักษาสารพัดโรค ในขณะที่เดียวกันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับ *Salmonella* spp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาทางด้านสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก (Thorns, 2000) สำหรับประเทศไทยจากการรายงานจาก โรคอาหารเป็นพิษของสำนักโรคระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2555 พบว่ามีผู้ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษเป็นจำนวนมาก ซึ่งการติดต่อและแพร่กระจายของเชื้อส่วนใหญ่เกิดจากการได้รับเชื้อที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการบริโภคอาหาร (Hedberg, 1999) ซึ่งมักเกิดการปนเปื้อนเชื้อระหว่างกระบวนการผลิตอาหารหรือการปนเปื้อนเชื้อจากกระบวนการจัดเก็บและถนอมอาหารที่ไม่ถูกสุขอนามัย (International Association for Food, 2011) จากความสำคัญดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสูตรอาหารและแสงไฟที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงและส่งเสริมปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทองและศึกษาการออกฤทธิ์ของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบชนิดแมลงที่แตกต่างกันต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของแสงไฟ LED สีขาวและสีชมพูต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง
3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพระหว่างการให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพู
4. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสูง , น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของฟรุตติงบอดีระหว่างชนิดแมลงและการให้แสงไฟ LED
5. เพื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัด cordycepin

### 1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. ศึกษาชนิดของสูตรอาหารข้าวที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของฟรุตติงบอดี
2. เปรียบเทียบคุณภาพแสงไฟ LED สีขาวและสีชมพูต่อการเจริญเติบโตของฟรุตติงบอดี
3. วัดการเจริญเติบโตของฟรุตติงบอดี (ความสูง , น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง)
4. วิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (antioxidant , cordycepin)
5. ศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัด cordycepin

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบว่สูตรอาหารข้าวชนิดใดที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงฟรุตติงบอดีของ *C. militaris*
2. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของแสงไฟสีใดที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงฟรุตติงบอดี
3. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของแสงไฟที่มีผลต่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในฟรุตติงบอดี
4. ทำให้ทราบถึงปริมาณความสูง, น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งจากชนิดอาหารข้าวและการให้สีของแสงไฟที่แตกต่างกัน
5. ทำให้ทราบถึงฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ของสารสกัด cordycepin ว่ายับยั้งได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เห็ดถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) อยู่ในไฟลัม *Ascomycota* เป็นปรสิตในระยะตัวอ่อน ซึ่งฟรุติติงบอดีจะเจริญภายนอกร่างกายของตัวอ่อนแมลงหรือดักแด้ (Buenz *et al.*, 2005) โดยเชื้อนี้จะล่องล้าเข้าไปในวงจรชีวิตของแมลง เส้นใยของรา (hypha) ได้แผ่เข้าไปในลำตัวของแมลงและเจริญแตกแขนงออกไปด้วยการกินอาหารจากลำตัวของแมลงนั้น หลังจากนั้นราที่เป็นปรสิตนี้จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนสามารถเข้าไปแทนที่อยู่ในลำตัวของแมลงนั้นทั้งตัว และกลายเป็นกลุ่มเส้นใยของราหรือไมซีเลียม (mycelium) เส้นใยของราแมลงเมื่อเจริญเติบโตรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่คือ ดอกเห็ด มีรูปร่างและสีที่แตกต่างกัน ก้าน สปอร์นี้พร้อมที่จะกระจายไปตกบนแมลงเป้าหมายตัวต่อไป

### 2.2 ลักษณะสัณฐานของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

*Cordyceps militaris* หรือมีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยว่า “ ถั่งเช่าสีทอง ” เป็นเชื้อราในแมลง Entomopathogenic fungi (จารุวรรณและคณะ 2558) พบได้ในประเทศต่างๆทั่วโลก เป็นราที่สร้างสโตรมา (stroma) ซึ่งเป็นส่วนของเส้นใยที่อัดแน่นมีรูปร่างคล้ายกระบองมีก้านยาวและตรงสำหรับรองรับส่วนของเนื้อเยื่อที่จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทุกชนิดเป็นปรสิตของแมลง (วรารภรณ์ 2556) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันระหว่าง *C. militaris* และ *C. sinensis* แต่มีความแตกต่างกันในลักษณะของสีและสัตว์ที่เป็นที่อาศัยของปรสิตโดย *C. militaris* คือ Lepidopteran pupa และสีของฟรุติติงบอดีเป็นสีเหลืองหรือสีส้มในขณะที่ *C. sinensis* คือ Hepiatu larva และสีของฟรุติติงบอดีเป็นสีน้ำตาลเข้ม (Ching *et al.*, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 วงจรชีวิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

วงจรชีวิตของเห็ดถั่งเช่า โดยทั่วไปมีสามขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงฟรุตติงบอดี้ของ *C. militaris* ในช่วงสองเดือนของการหมักบนอาหารแข็งโดยใช้ธัญพืชหรือข้าวเป็นฐานระยะแรกคือการสร้างเส้นใย ส่วนระยะที่สองคือการกระตุ้น primordia และในระยะสุดท้ายคือการเจริญของฟรุตติงบอดี้ (Shen et al., 2017)

## 2.4 ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

### 2.4.1 อาหาร

แหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นสารอาหารหลัก 2 ชนิดที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเซลล์และการสังเคราะห์สารเมตาโบไลต์ที่มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแหล่งคาร์บอน และไนโตรเจนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใยและสารเมตาโบไลต์ในแหล่งคาร์บอนต่างๆ (แลคโตส, ซูโครส, กลูโคส, ฟรักโทส, กาแล็กโทส, มอลโทสและไซโรส) พบว่ากลูโคสเป็นอาหารที่ดีในการผลิตคอร์ไดเซป็นส่วนแหล่งไนโตรเจนการรวมกันของยีสต์สกัดกับเพปโตนที่ 1: 1 (w / w) การตรวจสอบพบว่าแหล่งไนโตรเจนส่งเสริมในด้านการเจริญเติบโตของเซลล์แต่มีผลต่อการผลิตคอร์ไดเซป็นแตกต่างกันโดยยีสต์สกัดมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยในขณะที่เพปโตนดีที่สุดสำหรับการสังเคราะห์คอร์ไดเซป็นเพราะเพปโตนประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด และ  $\text{NH}_4$  จะถูกย่อยสลายและนำไปใช้โดยเห็ดเพื่อสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิ (Zhang et al., 2016)

### 2.4.2 อุณหภูมิ

มีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญจะอยู่ในช่วง 18 – 25 องศาเซลเซียส (จารุวรรณ และคณะ 2558)

### 2.4.3 อากาศ

ควรมีอากาศถ่ายเทได้ดี กรณีที่มีการระบายถ่ายเทอากาศไม่ดี จะมีปัญหาคือเห็ดจะขาดออกซิเจน หากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงก็จะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติได้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถสร้างตุ่มดอกได้ สภาพดอกเห็ดจะผิดปกติ และผลผลิตต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.4 แสง

แสงเป็นปัจจัยเดียวที่สำคัญที่สุดในการกำหนดความหนาแน่นของกิ่งประกอบและสีของเส้นใยเชื้อรา (Shrestha *et al.*, 2006) แสงจึงจำเป็นหลังจากขั้นตอนการกระตุ้น primordia ซึ่งการผสมแสงไฟ LED ในการให้แสงเป็นประโยชน์สำหรับการเพิ่มปริมาณสารคอร์โดเซปิน, แมนนิทอลและอะดีโนซีนใน *C. militaris* ที่เจริญบนผิวข้าว (Shen *et al.*, 2017) แม้ว่าเส้นใยเห็ดจะไม่ต้องแสงในช่วงการบ่มเส้นใย แต่ช่วงเปิดดอกเห็ดต้องการแสงในระดับหนึ่งที่เหมาะสม จึงจะมีพัฒนาการของดอกเห็ดที่สมบูรณ์

##### 2.4.4.1 แสงไฟ LED

ไดโอดเปล่งแสง (light emitting diodes, LEDs) หรือแอลอีดีมีโครงสร้างประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิดคือสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type semiconductor) และสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type semiconductor) ประกบเข้าด้วยกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อส่งไฟฟ้ากระแสตรงผ่านไดโอดเปล่งแสงโดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอนโนด (A) และจ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นมีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิดเอ็นไปรวมกับโฮล (hole) ในสารกึ่งตัวนำชนิดพีการที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อพี-เอ็นจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลส่งผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและจะคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง โดยแสงสีต่าง ๆ ที่เกิดจากรอยต่อพี-เอ็นนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างไดโอดเปล่งแสง ในปัจจุบันมีการนำมาใช้งานทดแทนแหล่งกำเนิดแสงแบบเดิม เช่น หลอดไส้ (incandescent lamp) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp) เนื่องจากไดโอดเปล่งแสงนั้นใช้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่าที่ค่าความส่องสว่างเท่ากันมีขนาดเล็กติดตั้งได้ง่ายในขณะที่ทำงานจะแผ่รังสีความร้อนน้อยกว่ามีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำกว่าและมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า 50,000-100,000 ชั่วโมงในอนาคตจะมีการประยุกต์ใช้ไดโอดเปล่งแสงเพื่อการผลิตพืชในระบบปิดมากยิ่งขึ้นเพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้โดยไม่ต้องพึ่งพาแสงจากธรรมชาติและได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูงส่งผลให้ผลผลิตมีราคาสูงตามไปด้วย (นภัทรและไชยยันต์ 2560)

##### 2.4.5 ความชื้น

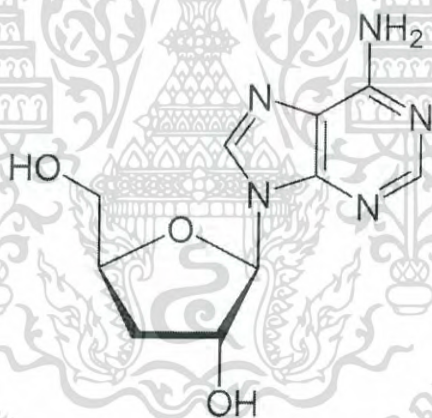
ความชื้นมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในระยะเปิดก้อนเห็ด เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง ความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเห็ดถึงเข้าสีทอง อยู่ที่ 60 – 70% (ณัฐพงษ์ และคณะ 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

### 2.5.1 คอริโดเซปิน

สารคอริโดเซปิน [cordycepin (3'-deoxyadenosine)] และกรดคอริโดเซปิกในเห็ดถั่งเช่า ช่วยเพิ่มพลังงานภายในร่างกาย (Parcell *et al.*, 2004) ใช้ในการป้องกันและรักษาสารพัดโรค เช่น โรคหอบหืด วัณโรค โรคหลอดเลือดอักเสบเรื้อรัง โรคตับอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง โรคไต โรคหัวใจ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ลดระดับน้ำตาลในเลือด อาการ อ่อนล้า เครียด นอนไม่หลับ โรคระบบประสาท โรคเบาหวาน เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อเอชไอวี ต้านเซลล์มะเร็งและเซลล์เนื้องอก แก้อาการผิดปกติทางเพศทั้งในเพศชายและหญิง (Kodama *et al.*, 2000; Das *et al.*, 2010) ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เห็ดถั่งเช่าในรูปแบบต่างๆ เช่น ผงชูบ ชาชง แคปซูล เม็ดยา ยาฉีด ไวน์ ยาตองเหล้า



รูปที่ 2.1 โครงสร้างสารคอริโดเซปิน

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Cordycepin>

### 2.5.2 แอนติออกซิแดนซ์

สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) คือสารที่ทำหน้าที่ยับยั้งหรือต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือสามารถกำจัดอนุมูลอิสระออกจากร่างกาย แบ่งตามกลไกของการยับยั้งออกซิเดชันได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ สารกลุ่มป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ (preventive antioxidant), สารกลุ่มทำลายหรือยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น (scavenging antioxidant) และสารกลุ่มทำให้ลูกโซ่ของกรเกิดอนุมูลอิสระสิ้นสุดลง (chain breaking antioxidant) และสารที่ช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระที่มากเกินไป (chain breaking antioxidant) ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

antioxidant) ตัวอย่างของสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ วิตามินซีหรือกรดแอสคอร์บิกซึ่งสามารถละลายน้ำได้ (รวินิภาและศิริ 2556) สารต้านอนุมูลอิสระทางชีวภาพที่สกัดจากพืชและเชื้อรา มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอนุมูลอิสระและยับยั้งการเกิด lipid peroxidation มีบทบาทสำคัญในการป้องกันโรค เช่น มะเร็ง และริ้วรอย (Zhan *et al.*,2006)

## 2.6 การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองด้วยสูตรอาหารข้าวและแมลงชนิดต่างๆ

### 2.6.1 ข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิหรือข้าวดอกมะลิ (jasmine rice) เป็นพันธุ์ข้าว (rice) มีที่มาจากสีของข้าวที่ขาวเหมือนดอกมะลิ มีกลิ่นหอมเหมือนใบเตย เป็นข้าวเจ้าที่มีคุณภาพเมล็ดดีมาก เมล็ดข้าวสารใส แข็งแรง คุณภาพการขัดสีดี ความหอมของข้าวหอมมะลิ เกิดจากสารระเหยชื่อ 2-acetyl-1-pyrroline ซึ่งเป็นสารที่ระเหยหายไปได้ การรักษาความหอมของข้าวหอมที่ดีต้องเริ่มตั้งแต่ การเก็บเกี่ยว การเก็บรักษาข้าวเปลือกการสีข้าว และการเก็บรักษาข้าวที่สีเรียบร้อยแล้วการจะรักษาความหอมของข้าวเอาไว้ต้องพยายามหลีกเลี่ยงภาวะแวดล้อมที่ร้อน อบอ้าว และมีความชื้นสูง การตากแดดหรือใกล้สถานที่ร้อนจัดเป็นเวลานานๆ เป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงอย่างยิ่งสภาวะที่เหมาะสมคือที่มีอากาศค่อนข้างเย็น มีการถ่ายเทของอากาศดี ความชื้นไม่สูง

#### 2.6.1.1 สรรพคุณและประโยชน์ของข้าวหอมมะลิ

- ช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด เนื่องจากในข้าวหอมมะลิ มีสารตัวหนึ่งชื่อว่า Gamma – Orzanol ซึ่งสารตัวนี้มีคุณสมบัติในการช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด ดังนั้นจึงมีผลทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตของเราทำงานได้อย่างเป็นปกติเลือดจึงสามารถไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ดี ทำให้อวัยวะสำคัญของร่างกายอย่าง หัวใจ ตับ ไต มีเลือดไปเลี้ยงเพียงพอ อวัยวะใดที่เสื่อมสภาพก็กลับมาทำงานได้เป็นปกติ

- ช่วยลดอัตราการเกิดโรคต่างๆได้ ทั้งโรคหัวใจ โรคตับ โรคไต โรคเบาหวาน โรคภูมิแพ้ และโรคความจำเสื่อม

- ช่วยลดระดับ แอล ดี แอล คอเลสเตอรอล ซึ่งคอเลสเตอรอลชนิดนี้ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกายของเรา ดังนั้นเมื่อเรารับประทานข้าวหอมมะลิเข้าไป ระดับ แอล ดี แอล คอเลสเตอรอลก็จะลดลง ไม่ก่อให้เกิดระดับไขมันและคอเลสเตอรอลในเส้นเลือดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วยเพิ่มระดับ เอช ดี แอล คอเลสเตอรอล ซึ่งคอเลสเตอรอลชนิดนี้ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายของเรา ดังนั้นเมื่อเรารับประทานข้าวหอมมะลิเข้าไป ระดับ เอช ดี แอลคอเลสเตอรอลก็จะเพิ่มมากขึ้น และร่างกายของเราก็จะได้รับประโยชน์จากคอเลสเตอรอลชนิดนี้ ในปริมาณที่พอดี ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย

- ช่วยให้ระบบเผาผลาญทำงานได้ดี ข้าวหอมมะลิมีคุณสมบัติในการช่วยลด ไขมันที่สะสมอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย และช่วยให้ระบบเผาผลาญของร่างกายทำงานได้ดีขึ้น

- มีโอเมก้า 3 ช่วยในการบำรุงสมองและป้องกันภาวะเสื่อมของสมองได้ ซึ่งภาวะความเสื่อมนี้เป็นสาเหตุของโรคความจำเสื่อม โรคอัลไซเมอร์ และโรคอัมพฤกษ์อีกด้วย

- มีโอเมก้า 6 ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผิวพรรณสดใสมีน้ำมีนวล ช่วยให้การทำงานของ ระบบสืบพันธุ์เป็นปกติ นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงในวัยเจริญพันธุ์ ช่วยลดภาวะการมีบุตรยากได้

- ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เนื่องจากมีวิตามินอีในรูปของโทโคเฟอรอล และ โทโคไทรอินอล ซึ่งทั้งสองตัวนี้ช่วยยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ และทำให้ร่างกายของเรามีภูมิคุ้มกันโรค ต่างๆ ได้ดี

- ช่วยบำรุงผิวพรรณ เนื่องจากมีสารชนิดหนึ่งชื่อว่า “เซราไมด์” ซึ่งสารตัวนี้มีคุณสมบัติที่ช่วยบำรุงผิวพรรณให้ชุ่มชื้นอ่อนเยาว์ ลบเลือนริ้วรอยเหี่ยวย่น ลดจุดด่างดำ ฝ้า และ กระ สามารถแก้ปัญหาผิวในส่วนนี้ได้

- ช่วยลดอาการอักเสบ เนื่องจากมีสารไตรกรีเซอไรด์ ที่ช่วยลดอาการอักเสบ ลดอาการบวม และยังช่วยสลายลิ่มเลือดได้อีกด้วย จึงทำให้เลือดของเราไหลเวียนได้ปกติ ไม่จับตัว เป็นลิ่ม

## 2.6.2 ดักแด้ไหม

ดักแด้ไหม หรือชื่อวิทยาศาสตร์เรียกว่า *Bombyx mori* เป็นระยะดักแด้ของผีเสื้อไหม ไหม คือผีเสื้อกลางคืนชนิดหนึ่งมีขนาดกางปีกประมาณ 2 นิ้ว ตัวสีครีม ลำตัวอ้วนและบินไม่ได้ ระยะที่เป็นผีเสื้อจะไม่กินอาหารมีอายุสั้นประมาณ 2-3 วันหลังจากการวางไข่ประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

300-500 ฟองก็ตาย หนอนไหมลำตัวเรียบไม่มีขน กินใบหม่อน (*Morus alba* และ *M. nigra*) เป็นอาหาร

ผีเสื้อไหมมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ (completely metamorphosis insect) แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อ มีเพียงระยะตัวหนอนเท่านั้นที่กินอาหาร ซึ่งจะนำสารชนิดต่างๆ จากใบหม่อนไปสร้างการเจริญเติบโต โดยผ่านการย่อยและดูดซึมเป็นปริมาณ 1 ใน 3 ของสารอาหารทั้งหมด ครึ่งหนึ่งของโปรตีนที่ดูดซึมจากใบหม่อนจะถูกนำไปใช้ผลิตสารไหม เมื่อถึงวัย 5 วันแรก ต่อมไหม (silk gland) จะหนักเพียง 6.36% ของน้ำหนักตัวไหม เมื่อไหมสุกก่อนเข้าทำรัง ต่อมไหมจะหนักถึง 41.97% จะเห็นได้ว่าปลายวัยที่ 5 สารอาหารโดยเฉพาะโปรตีนเกือบทั้งหมดถูกเปลี่ยนไปเป็นสารที่จะชักใยทำรัง หรือเส้นไหมนั่นเอง



รูปที่ 2.2 ลักษณะของดักแด้ไหม

ที่มา : <https://www.thairath.co.th/content/1009752>

### 2.6.3 หนอนไหม

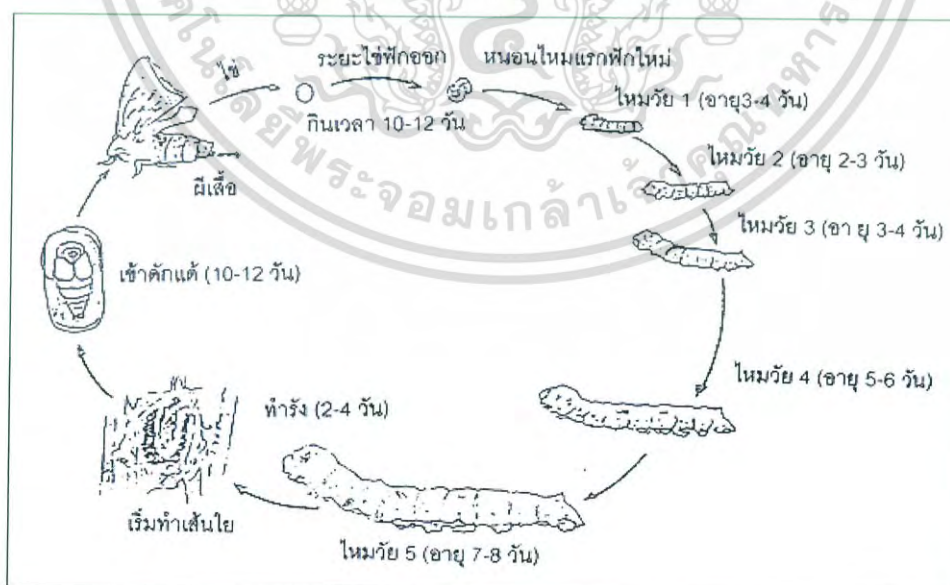
หนอนไหมเป็นตัวอ่อนของผีเสื้อกลางคืนชนิดหนึ่ง หลังจากผีเสื้อวางไข่ได้ 10 – 12 วัน ไข่จะฟักออกมาเป็นตัวหนอน เรียกว่า “หนอนไหม” หนอนไหมเจริญเติบโตได้เร็วมาก มักจะลอกคราบ (molting) เป็นระยะ ๆ เมื่อมีอายุ 3 – 4 วัน จะหยุดกินอาหารและอยู่เฉย ๆ ประมาณ 1 วัน จึงจะลอกคราบอีก โดยทั่วไปจะลอกคราบ 4 ครั้ง เมื่อโตเต็มที่อายุประมาณ 9 วัน จะหยุดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอกคราบ เรียกระยะนี้ว่า ไหมสด ซึ่งตัวหนอนจะหยุดกินอาหารและเริ่มพ่นของเหลวชนิดหนึ่งออกมาทางปาก เมื่อของเหลวนี้ออกอากาศจะแข็งตัวเป็นเส้นไหมซ้อนกันเป็นชั้น ๆ หุ้มตัวไหมไว้ ซึ่งเรียกว่า รังไหม โดยเป็นส่วนที่ได้เส้นใยไหมนั่นเอง หนอนไหมจะชักใยอยู่ภายใน และสร้างรังอยู่ประมาณ 2-3 วัน จึงจะลอกคราบเป็นดักแด้ แล้วกลายเป็นผีเสื้อต่อไปตามวงจรชีวิต



รูปที่ 2.3 ลักษณะของหนอนไหม

ที่มา : <http://www.komchadluek.net/news/lifestyle/224174>



รูปที่ 2.4 วงจรชีวิตของหนอนไหมและดักแด้ไหม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ที่มา : <https://watthana672557.wordpress.com>  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.4 จิ้งหรีด

จิ้งหรีดเป็นแมลงจำพวกหนึ่งอยู่ในวงศ์ Gryllidae สามารถแบ่งออกได้เป็นวงศ์ย่อยต่าง ๆ ได้อีกจำนวนหนึ่ง เป็นแมลงที่มีขนาดลำตัวปานกลางเมื่อเทียบกับแมลงโดยทั่วไป มีปีก 2 คู่ คู่หน้าเนื้อปีกหนากว่าคู่หลัง ปีกเมื่อพับจะหักเป็นมุมที่ด้านข้างของลำตัว ปีกคู่หลังบางพับได้แบบพับสอดเข้าไปอยู่ใต้ปีกคู่หน้า ปากเป็นแบบชนิดกัดกิน หัวกับอกมีขนาดกว้างไล่เลี่ยกัน ขาคู่หลังใหญ่และแข็งแรงใช้สำหรับกระโดด ตัวผู้มีอวัยวะพิเศษสำหรับทำเสียงเป็นฟันเล็ก ๆ อยู่ตามเส้นปีกบริเวณกลางปีกใช้กรีดกับแผ่นทำเสียงที่อยู่บริเวณท้องปีกของปีกอีกข้างหนึ่ง ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันดีของจิ้งหรีด ในขณะที่ตัวเมียจะไม่สามารถทำเสียงดังนั้นได้ และจะมีอวัยวะสำหรับไขว้วางไข่เป็นท่อยาว ๆ บริเวณก้นคล้ายเข็ม เห็นได้ชัดเจน สามารถพบได้ในทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นในประเทศไทยพบได้หลายชนิด เช่น จิ้งหรีดทองคำ (*Gryllus bimaculatus*), จิ้งหรีดทองแดง (*G. testaceus*)

จิ้งหรีดเป็นแมลงที่กัดกินพืชชนิดต่าง ๆ เป็นอาหาร สามารถกินได้หลายชนิด และมักออกหากินในเวลากลางคืน มักจะอาศัยโดยการขุดรูอยู่ในดินหรือทราย ในที่ ๆ เป็นพุ่มหญ้า แต่มีบางจำพวกที่มีกออาศัยบนต้นไม้เป็นหลัก จิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีวงจรชีวิตแบบไม่ต้องผ่านการเป็นหนอนหรือดักแด้ ตัวอ่อนที่เกิดมาจะเหมือนตัวเต็มวัย เพียงแต่ยังไม่มีปีก และมีสีที่อ่อนกว่า ต้องผ่านการลอกคราบเสียก่อนจึงจะมีปีกและทำเสียงได้ จิ้งหรีดจะผสมพันธุ์เมื่อเป็นตัวเต็มวัย การผสมพันธุ์และวางไข่ แต่ละรุ่นจะใช้เวลาประมาณ 15 วันต่อครั้ง โดยในแต่ละรุ่น เมื่อหมดการวางไข่รุ่นสุดท้ายแล้ว ตัวเมียก็จะตาย โดยตัวผู้จะทำเสียงโดยยกปีกคู่หน้าถูกันให้เกิดเสียง เพื่อเรียกตัวเมีย จังหวะเสียงจะดังเมื่อตัวเมียเข้ามาหาบริเวณที่ตัวผู้อยู่ ตัวผู้จะเดินไปรอบ ๆ ตัวเมียประมาณ 2-3 รอบ ช่วงนี้จังหวะเสียงจะเบาลง แล้วตัวเมียจะขึ้นคร่อมตัวผู้ จากนั้นตัวผู้จะยื่นอวัยวะเพศแทงไปที่อวัยวะเพศตัวเมีย หลังจากนั้นประมาณ 14 นาที ภูน้ำเชื้อก็จะฝ่อลง แล้วตัวเมียจะใช้ ขาเขี่ยภูน้ำเชื้อทิ้งไป และเมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว ตัวเมียจะไข่อวัยวะวางไข่ที่แทงลงในดินที่มีลักษณะเรียวยาวคล้ายเมล็ดข้าวสาร ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ก็จะฟักออกเป็นตัวอ่อน ตลอดอายุไขจิ้งหรีดตัวเมียสามารถวางไข่ได้ตั้งแต่ 600-1,000 ฟอง ซึ่งจะวางไข่เป็นรุ่น ๆ ได้ประมาณ 4 รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ลักษณะของจิ้งหรีด

ที่มา : <http://www.sading.eazyenglish.com/farm.html>

### 2.6.5 แมงกระซอน

แมงกระซอน เป็นแมลงจำพวกหนึ่งในวงศ์ Gryllotalpidae ลักษณะทั่วไปจะคล้ายกับจิ้งหรีด ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในป่า พบในเขตเกษตรกรรมในประเทศไทยเพียงชนิดเดียวคือ *Gryllotalpa orientalis* ลำตัวยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ออกกว้าง 0.8 เซนติเมตร สีน้ำตาล ปีกบางใส สามารถบินได้ในระยะใกล้ ๆ เพียง 1-2 เมตร ขาคู่หน้าใช้ขุดดิน ปล้องสั้น ปล้องที่ 4 แบนคล้ายอุ้งมือ ส่วนขาคู่อื่น ๆ จะใช้ในการวิ่งและกระโดดเหมือนแมลงทั่วไป สามารถว่ายน้ำและส่งเสียงร้องได้คล้ายจิ้งหรีด ส่วนใหญ่แมงกระซอนจะอาศัยอยู่ใต้ดิน โดยขุดรูจากรังนอนไปหลายทิศทาง รังเป็นโพรงเท่าไขไก่ ลึกลงไป 5-10 เซนติเมตร จะวางไข่ในโพรงจนฟักเป็นตัว โดยใช้เวลาในการฟัก 10-21 วัน ตัวอ่อนเจริญเติบโตช้า บางชนิดใช้เวลาถึง 1 ปี จึงเป็นตัวเต็มวัย ชีวิตทั้งหมดอาศัยอยู่ใต้ดิน โดยจะออกมาเล่นไฟตอนกลางคืนเฉพาะเวลาผสมพันธุ์เท่านั้น มักกินสัตว์ต่าง ๆ ในดินเป็นอาหารและอาจทำลายรากพืชได้



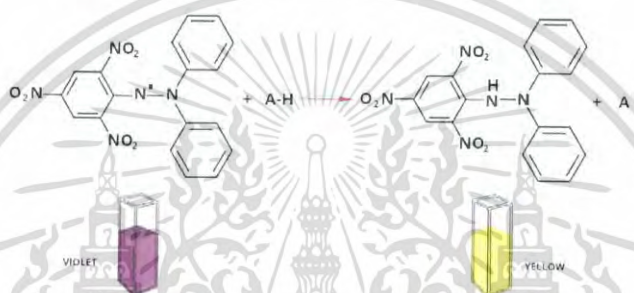
รูปที่ 2.6 ลักษณะของแมงกระซอน

ที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 การหาฤทธิ์ต้านทานอนุมูลอิสระโดยใช้ DPPH

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านทานอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH assay ซึ่งเป็นวิธีการวัดความสามารถของสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ที่ง่ายและให้ผลเร็ว ซึ่งใช้ reagent คือ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl โดยอาศัยการจับ (scavenge) กับอนุมูลอิสระที่มีความคงตัว (DPPH) แล้วสารละลายนี้เปลี่ยนสีจากสีม่วงเป็นสีเหลืองอ่อน สามารถวัดค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงไปที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร และนำมาหาปริมาณสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (สุพัตราและวริมา 2547)



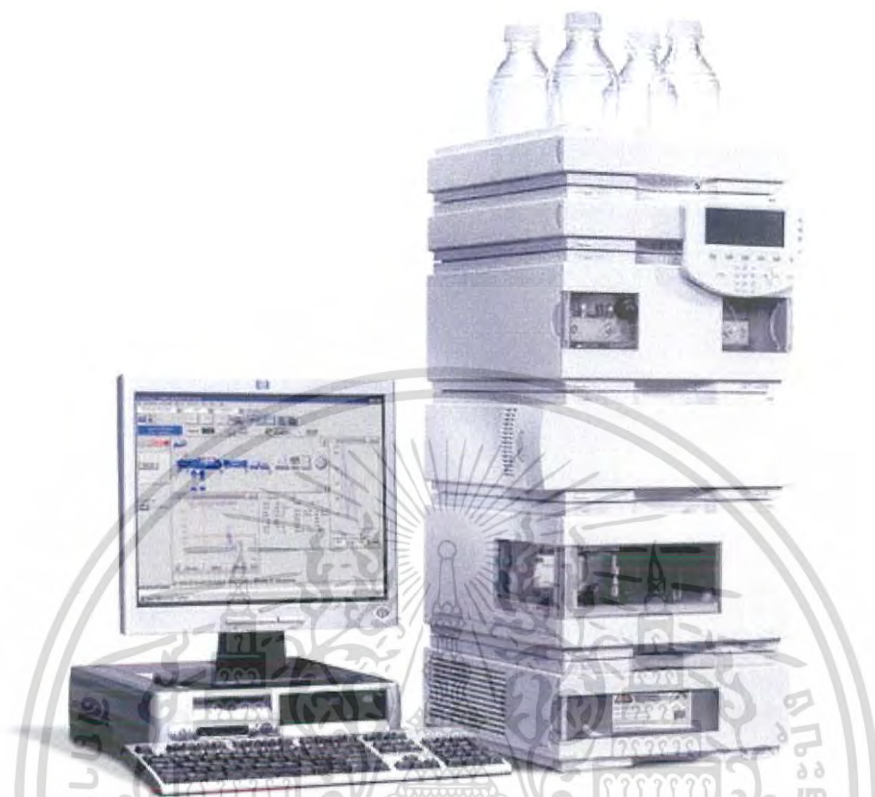
รูปที่ 2.7 กลไกการต้านอนุมูลอิสระของ DPPH

ที่มา : <https://japaneseclass.jp/trends/about/DPPH>

## 2.8 HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

HPLC หรือเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูงเป็นเครื่องมือใช้สำหรับแยกสารประกอบที่สนใจที่ผสมอยู่ในตัวอย่าง โดยกระบวนการแยกสารประกอบที่สนใจ จะเกิดขึ้นระหว่างเฟส 2 เฟส คือ เฟสอยู่กับที่ (stationary phase) หรือ คอลัมน์ (column) กับเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ซึ่งจะถูกแยกออกมาในเวลาที่แตกต่างกัน สารผสมที่อยู่ในตัวอย่าง สามารถถูกแยกออกจากกันได้นั้น จะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเข้ากันได้ดีของสารนั้นกับเฟสที่เคลื่อนที่ หรือเฟสที่อยู่กับที่โดยสารประกอบตัวไหนที่สามารถเข้ากันได้ดี กับเฟสที่เคลื่อนที่สารนั้นก็จะถูกแยกออกมาก่อน ส่วนสารที่เข้ากันได้ไม่ดีกับเฟสที่เคลื่อนที่ หรือเข้ากันได้ดีกับเฟสอยู่กับที่ก็จะถูกแยกออกมาทีหลัง โดยสารที่ถูกแยกออกมาได้นี้จะถูกตรวจวัดสัญญาณด้วยตัวตรวจวัดสัญญาณ (detector) และสัญญาณที่บันทึกได้จากตัวตรวจวัดจะมีลักษณะเป็นพีค ซึ่งจะเรียกว่าโครมาโทแกรม (chromatogram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

ที่มา : <https://www.indiamart.com/proddetail/refurbished-agilent-hplc-system-html>

## 2.9 ส่วนประกอบของ HPLC

### 2.9.1 mobile phase / solvent

ตัวทำละลายที่ใช้ในการชะหรือแยกตัวอย่าง เป็นเฟสเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นของเหลว ทำหน้าที่ในการนำสารตัวอย่างและตัวทำละลายเข้าสู่ stationary phase (ในที่นี้คือ คอลัมน์) เพื่อให้เกิดกระบวนการแยกภายในคอลัมน์

### 2.9.2 degaser

ทำหน้าที่กำจัดฟองอากาศ อากาศที่มีอยู่ใน mobile phase เพื่อไม่ให้

ฟองอากาศเข้าสู่ column และ detector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.9.3 pump

ทำหน้าที่ดึงตัวทำละลาย (mobile phase) เข้าสู่ระบบ HPLC เนื่องจากในการแยกสารผสมในเทคนิค HPLC จะอาศัยหลักการไหลของเฟสเคลื่อนที่ผ่านเฟสอยู่กับที่มีขนาดอนุภาคเล็กมาก จึงทำให้เกิดความต้านทานการไหล ระบบปั๊มจึงมีความสำคัญมากในการที่จะทำให้เกิดความดันสูงเพื่อที่จะเอาชนะแรงต้านทาน

### 2.9.4 injector / autosampler

ทำหน้าที่ในการฉีดสารตัวอย่างเข้าระบบ HPLC

### 2.9.5 column

หรือเรียกว่า stationary phase มีลักษณะเป็นของแข็งหรือเจล เป็นเฟสอยู่กับที่ ทำหน้าที่ให้เกิดกระบวนการแยกของสารที่สนใจ โดยการบวนการแยกเกิดขึ้นระหว่าง mobile phase กับ stationary phase

### 2.9.6 detector

ตัวตรวจวัดสัญญาณ ทำหน้าที่ในการตรวจวัดสัญญาณของสารที่สนใจที่ได้จากกระบวนการแยก มีหลายชนิดด้วยกัน การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่สนใจว่าสามารถตอบสนองกับ detector ชนิดไหนได้ดี

## 2.10 แบคทีเรีย *Salmonella*

*Salmonella* แต่เดิมแบคทีเรียในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในสัตว์และก่อให้เกิดโรคในสัตว์ มีเพียงไม่กี่ชนิดที่เป็น pathogen ของคนโดยตรงและอาศัยอยู่ในคน แต่ปัจจุบันนี้ *Salmonella* จากสัตว์หลายชนิดทำให้เกิดการติดเชื้อในคนและอาศัยเป็น carrier อยู่ในคนได้เป็นเวลานาน ทั้งนี้เพราะ *Salmonella* สามารถปรับตัวได้ดี ทำให้สามารถอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในสังคมมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการผลิตอาหารกระป๋องอาหารแช่แข็ง หรือขบวนการต่างๆ ในการเตรียมอาหารสำเร็จรูปทั้งอาหารที่ยังไม่สุก และอาหารที่สุกแล้ว ซึ่งในปัจจุบันนี้เกิดขึ้นมากมาย เพื่อสนองความต้องการของประชาชนที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เรียกว่า ประเทศไทยเป็นครัวอาหารโลก ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งต้องควบคุม ป้องกัน พร้อมทั้งหาทางหยุดยั้งเชื้อ *Salmonella* มิให้แพร่กระจายไปในอาหาร สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การสาธารณสุข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มของประชากรและสังคม ก็เป็นสิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการปรับตัวของเชื้อ *Salmonella* เข้ามาสู่คนได้มากขึ้น

*Salmonella* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นแท่งสั้น ไม่สร้างสปอร์ อยู่ในสกุล Enterobacteriaceae เช่นเดียวกับเชื้อ *E. coli* สมาชิกในสกุลนี้เจริญเติบโตในสภาวะที่มีหรือไม่มีอากาศก็ได้ (facultative anaerobe) เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแฟลเจลลัม (peritrichous flagella) และอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ ซึ่งสามารถแบ่งเชื้อ *Salmonella* ออกเป็น 2 สปีชีส์ดังนี้ *Salmonella enterica* (*S. enterica*) และ *Salmonella bongori* (*S. bongori*) แต่ละ species จำแนกออกเป็นหลายสปีชีส์ย่อย (subspecies) มีไม่น้อยกว่า 2,500 serovars

*S. enterica* จำแนกเป็น 6 subspecies ได้แก่

- subspecies I : *Salmonella enterica* subsp. *Enterica*
- subspecies II : *Salmonella enterica* subsp. *Salamae*
- subspecies IIIa : *Salmonella enterica* subsp. *Arizonae*
- subspecies IIIb : *Salmonella enterica* subsp. *Diarizonae*
- subspecies IV : *Salmonella enterica* subsp. *Houtenae*
- subspecies VI : *Salmonella enterica* subsp. *indica*

ส่วน subspecies V (*Salmonella enterica* subsp. *bongori*) จากเดิมได้เปลี่ยนเป็น species คือ *Salmonella bongori* การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนำไปสู่พัฒนาการของวิธีการเขียนชื่อ serovars ใหม่

## 2.11 หลักการเขียนชื่อ *Salmonella* serovar

### 2.11.1 กรณีที่ 1 เชื้อ *Salmonella* ที่อยู่ใน species *enterica* subspecies *enterica*

ตัวอย่างเช่น *Salmonella* (ตัวเอน) subspecies (ตัวตรง) *enterica* (ตัวเอน) serotype (or serovar : or ser.) Typhimurium (ตัวแรกเขียนตัวใหญ่ ไม่ต้องเขียนตัวเอน) เขียนได้ดังนี้ *Salmonella enterica* subspecies *enterica* serovar Typhimurium ในทางปฏิบัตินิยมเขียนสั้นลงว่า

- *Salmonella* serovar Typhimurium หรือ *Salmonella* Typhimurium หรือ *S. Typhimurium*
- *Salmonella* serovar Bangkok หรือ *Salmonella* Bangkok หรือ *S. Bangkok*
- *Salmonella* serovar Ratchaburi หรือ *Salmonella* Ratchaburi หรือ *S. Ratchaburi*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.11.2 กรณีที่ II *Salmonella* พบใน species และ subspecies อื่นนอกเหนือจาก กรณีที่ I

ได้แก่ *S. enterica* subspecies II, IIIa, IIIb, IV, VI และ *S. bongori* subspecies V การเขียน serovar จะเขียนในรูปของโครงสร้างเท่านั้น ตัวอย่างเช่น *S. enterica* subspecies II มี O-antigen 6 และ 8 มี H-antigen Phase I คือ b และ H-antigen Phase II คือ 1,5 นำมาเขียนได้ดังนี้ *Salmonella* (ตัวเอน) subspecies (ตัวตรง) *salamae* (ตัวเอน) serovar 6, 8 : b : 1,5 หรือ *Salmonella enterica* subspecies *salamae* serovar 6, 8 : b : 1,5 ในทางปฏิบัตินิยมเขียนย่อว่า *Salmonella* II 6, 8 : b : 1,5 หรือ *S.* II 6, 8 : b : 1,5

การตั้งชื่อ serovars ของเชื้อ *Salmonella* นั้น เชื้อ *Salmonella* ที่พบจะต้องอยู่ใน species *enterica* และ subspecies *enterica* เท่านั้น และตั้งชื่อตามหลักภูมิศาสตร์ของสถานที่พบเชื้อเป็นครั้งแรกเช่น *Salmonella* Bangkok และ *Salmonella* Ratchaburi

### 2.12 วิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี disc diffusion method

disc diffusion method (Kirby-Bauer) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดเนื่องจาก สะดวก ประหยัด และใช้เวลาน้อยกว่าวิธีอื่นๆ วิธีนี้เป็นการทดสอบในเชิงคุณภาพ สามารถบอกผลได้ว่าเชื้อมีความไวต่อการทดสอบหรือไม่ ไม่เหมาะในการทดสอบเชื้อที่เจริญช้า และเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศในการดำรงชีพ หลักการทั่วไปคือ การทำให้สารสกัดที่ต้องการทดสอบที่มีในแผ่นกระดาษกรอง (paper disc) ที่เตรียมไว้ก่อน ซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้กระจายเชื้อ (spread) ในจำนวนที่เหมาะสมไว้ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงให้เชื้อเจริญเติบโต จากนั้นจะทำการอ่านผลการทดสอบโดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ซึ่งจะเห็นเป็นวงใสไม่มีโคโลนีเชื้อรอบๆ แผ่น disc ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแปรตามขนาดของ inhibition zone วิธีการนี้โดยทั่วไปมักทำการทดสอบสารสกัดที่มีเพียงความเข้มข้นเดียว และใช้เป็นการตรวจกรองฤทธิ์ต้านเชื้อของสารสกัดในเบื้องต้น นอกจากขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลาง ของบริเวณใสที่ได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความไวของเชื้อที่ทดสอบแล้ว ยังอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดโมเลกุลของสารสกัด ความสามารถในการละลายหรือซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อของสารสกัด อัตราการเจริญของเชื้อ ภาวะความเป็นกรด-ด่าง และส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ตลอดจนระยะเวลาในการบ่มเพาะเชื้อ (ประสาทรพ และคณะ 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.13 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gregori, 2014 รายงานว่าการผลิต cordycepin ด้วยกากธัญพืชโดยที่สายพันธุ์ของ *C. militaris* แตกต่างกันผลที่ได้อยู่ในช่วง 100–800 มิลลิกรัม/กรัม นั้นขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้นการใช้ธัญพืชที่มีราคาถูกเพื่อตรวจสอบการผลิต cordycepin จึงมีความสำคัญ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้ได้มีการเทียบสารตั้งต้นที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต cordycepin จาก *C. militaris*

Sung *et al.*, (2002) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งผลการทดลองพบว่า สภาวะของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยจากเห็ดถั่งเช่าสีทองคือที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แม้ว่าช่วงอุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส จะเป็นช่วงที่เส้นใยเจริญได้เป็นอย่างดีก็ตาม และเส้นใยไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 35 องศาเซลเซียส

Adnan *et al.*, (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต cordycepin จาก *Cordyceps militaris* โดยหมักแบบอาหารแข็งบนสารตั้งต้นหลายชนิด ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าพบว่าการผลิต cordycepin สูงสุดถึง 381 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อ pH เท่ากับ 5.5 ต่อมาบันทึกได้ว่าค่า pH ที่อยู่ในช่วง 5.0-6.0 ได้ปริมาณ cordycepin สูง นอกจากนี้ความผันแปรของค่า pH อาจส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึม อาจขึ้นอยู่กับองค์ประกอบชนิดของเชื้อราที่เป็นผลมาจากปฏิกิริยาการเผาผลาญในเซลล์ อัตราการเจริญเติบโตและความต้องการของการบริโภคสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโต และพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 25 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผลิต cordycepin แต่ไม่ได้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเซลล์

Zhi *et al.*, (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของแสงไฟ LED ที่มีต่อการเพาะเลี้ยง *C. militaris* โดยตรวจสอบผลของคุณภาพแสง LED ในการกระตุ้น primordia, การเจริญเติบโตของฟรุตติงบอดีและการสังเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ คอร์โดเซปิน, แคโรทีนอยด์ และโพลีแซคคาไรด์ พบว่าอัตราส่วนระหว่างสีแดง: สีนํ้าเงินที่ 2: 1 กับ 10% far-red คือคุณภาพแสงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงฟรุตติงบอดีของ *C. militaris*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1 เชื้อจุลินทรีย์

3.1.1 เห็ดถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* จากบ้านเห็ดพระสมุทระเจดีย์

3.1.2 *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium จาก  
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

#### 3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

##### 3.2.1 วัสดุอุปกรณ์

3.2.1.1 ถุงมือยาง

3.2.1.2 ตักแต่ใหม่จากตลาดค้าส่งแมลงคลองเตย

3.2.1.3 แฉกกระชอนจากตลาดค้าส่งแมลงคลองเตย

3.2.1.4 หนอนใหม่จากตลาดค้าส่งแมลงคลองเตย

3.2.1.5 จิ้งหรีดจากตลาดค้าส่งแมลงคลองเตย

3.2.1.6 ข้าวหอมมะลิตราฉัตร

3.2.1.7 ขวดโหลแก้ว ขนาด 200 มิลลิลิตร : MD.GLASS

3.2.1.8 ตู้อบเพราะเห็ดเลี้ยงเส้นใย รุ่น GC – 1000 : JEIO TECH

3.2.1.9 ตู้อบเพราะเลี้ยงเชื้ออุณหภูมิต่ำ รุ่น IL – 11 : JEIO TECH

3.2.1.10 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) รุ่น ED 115 : BINDER

3.2.1.11 เครื่องเขย่า รุ่น KS125 : IKA LABORTECHNIK

3.2.1.12 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (autoclave) รุ่น SS – 325 : TOMMY

3.2.1.13 ตู้ปลอดเชื้อ รุ่น BV4-03 : FLEXLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.1.14 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV - 1280) : SHIMADZU
- 3.2.1.15 กล้องจุลทรรศน์ : Nikon
- 3.2.1.16 syringe
- 3.2.1.17 เครื่องปั่น
- 3.2.1.18 autopipette
- 3.2.1.19 หลอดไฟ LED สีขาว และสีชมพู
- 3.2.1.20 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- 3.2.1.21 เครื่องแก้ว : PYREX
- 3.2.1.22 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง รุ่น CTO-10ASvp : SHIMADZU
- 3.2.1.23 ขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.2.1.24 เส้นด้าย
- 3.2.1.25 ไม้บรรทัด
- 3.2.1.26 เครื่องระเหยสุญญากาศภายใต้ความดัน
- 3.2.1.27 กระดาษกรอง Whatman No. 1
- 3.2.1.28 ไม้พันสำลี
- 3.2.1.29 กระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (paper disc)
- 3.2.1.30 forceps
- 3.2.1.31 ตู้อบสุญญากาศ (vacuum drying chambers) รุ่น VDL : BINDER
- 3.2.1.32 คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร × 250 มิลลิเมตร × 4.6 มิลลิเมตร)
- 3.2.1.33 ปัมสุญญากาศ (vacuum pump) รุ่น VE-11 : JEIO TECH
- 3.2.1.34 syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร
- 3.2.1.35 เครื่องอัลตราโซนิค รุ่น 2800HT : CREST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 สารเคมี

3.2.2.1 potato dextrose agar (PDA)

3.2.2.2 yeast extract powder

3.2.2.3 น้ำกลั่น

3.2.2.4 โซเดียมคาร์บอเนต

3.2.2.5 peptone granulated

3.2.2.6 absolute ethanol

3.2.2.7 FolineCiolteu reagent

3.2.2.8 gallic acid

3.2.2.9 DPPH (1,1 - diphenyl-2-picrylhydrazyl)

3.2.2.10 กรดแอสคอร์บิก

3.2.2.11 potato dextrose broth (PDB)

3.2.2.12 nutrient broth

3.2.2.13 plate count agar (PCA)

3.2.2.14 ethanol

3.2.2.15 methanol

### 3.3 การเตรียมเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง

#### 3.3.1 การเตรียม sub - culture เห็ดถั่งเช่าสีทอง

เตรียมอาหาร PDA (potato dextrose agar) จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นทำการเทอาหารลงเพลทแล้วรอให้อาหารแข็งตัว นำหัวเชื้อ *C. militaris* จากบ้านเห็ดพระสมุทรเจดีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sub - culture ลงในเพลทที่ได้ทำการเทอาหาร PDA ไว้แล้ว จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

### 3.3.2 การเตรียม seed culture ให้ถึงเข้าสีทอง

เตรียมอาหาร PDB (potato dextrose broth) โดยชั่งอาหาร PDB สำเร็จรูป 24 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร จากนั้นนำไปต้มแล้วใส่ลงในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร ในปริมาตร 150 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นทำการตัดเส้นจากเห็ดถึงเข้าสีทองที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA ในหัวข้อที่ 3.3.1 ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในอาหาร PDB จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 14 วัน

### 3.3.3 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อเห็ดถึงเข้าสีทอง

นำ seed culture ที่ได้เตรียมไว้ในหัวข้อที่ 3.3.2 มาศึกษาลักษณะของเส้นใยด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 40 100 400 และ 1000 เท่า ตามลำดับ

### 3.3.4 การหาความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น โดยวิธี standard plate count

ดูดเชื้อจาก seed culture 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง จากนั้นทำการเจือจางเชื้อที่ระดับความเจือจางตั้งแต่  $10^{-1}$  จนถึง  $10^{-7}$  ซึ่งจะใช้ PDB เป็นตัวเจือจาง จากนั้นนำเชื้อที่เจือจางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาทำการ spread plate โดยจะเปิดเชื้อที่ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหาร PDA และใช้ spreader ในการเกลี่ยตัวอย่างของเชื้อให้กระจายทั่วพื้นผิวของอาหาร

### 3.3.5 การเพาะเลี้ยงเห็ดถึงเข้าสีทองด้วยอาหารชนิดต่างๆ

#### 3.3.5.1 การเตรียมสูตรอาหารปกติ (rice with the addition of insects)

- ชั่งข้าวหอมมะลิ 100 กรัม ลงในขวดโหลแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมอาหาร PDB ปริมาตร 40 มิลลิลิตร และแมงกระชอนบดหยาบ 10 กรัม
- ชั่งข้าวหอมมะลิ 100 กรัม ลงในขวดโหลแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมอาหาร PDB ปริมาตร 40 มิลลิลิตร และจิ้งหรีดบดหยาบ 10 กรัม
- ชั่งข้าวหอมมะลิ 100 กรัม ลงในขวดโหลแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมอาหาร PDB ปริมาตร 40 มิลลิลิตร และด้กแต่ใหม่บดหยาบ 10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชั่งข้าวหอมมะลิ 100 กรัม ลงในขวดโหลแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมอาหาร PDB ปริมาตร 40 มิลลิลิตร และหนอนไหมบดหยาบ 10 กรัม

### 3.3.5.2 การเตรียมสูตรอาหารควบคุม (rice without insects)

- ชั่งข้าวหอมมะลิ 100 กรัม ลงในขวดโหลแก้วขนาด 200 มิลลิลิตร จากนั้นเติมอาหาร PDB ปริมาตร 40 มิลลิลิตร

หมายเหตุ : 1. สูตรอาหารปกติแต่ละสูตรแบ่งออกเป็น 16 ซ้ำ

2. สูตรอาหารควบคุมแบ่งออกเป็น 20 ซ้ำ

จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่อง autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

### 3.3.6 การลงเชื้อเห็ดถั่งเช่าในอาหารชนิดต่างๆ

ลงเชื้อจาก seed culture ที่ได้เตรียมไว้ในหัวข้อที่ 3.3.2 โดยใช้ syringe ขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองมา 8 มิลลิลิตร หยดลงให้ทั่วผิวหน้าแต่ละชนิดที่ได้เตรียมไว้ในข้อที่ 3.3.5.1 และ 3.3.5.2

### 3.3.7 ระยะเวลาในการบ่มและการให้แสงไฟ

เมื่อลงเชื้อเรียบร้อยแล้วจะนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ที่ความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 7 วัน ในที่มืดสนิท จนเส้นใยของเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองปกคลุมทั่วบนผิวหน้าอาหารแล้ว จากนั้นจึงบ่มโดยการให้แสงไฟ เป็นเวลา 45 – 60 วัน โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ LED ไฟสีขาว และ หลอด LED ไฟสีชมพู ที่ความเข้มแสง 350 ลักซ์

หมายเหตุ : 1. สูตรอาหารปกติแต่ละสูตร 8 ซ้ำ + สูตรอาหารควบคุม 10 ซ้ำ ไปให้แสง

LED ไฟสีขาว

2. สูตรอาหารปกติแต่ละสูตร 8 ซ้ำ + สูตรอาหารควบคุม 10 ซ้ำ ไปให้แสง

LED ไฟสีชมพู

### 3.3.8 การเก็บเกี่ยวฟรุตติงบอดี วัตน้ำหนกสด - แห้ง และวัดความสูงเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ทำการเก็บเกี่ยวโดยสวมถุงมือแล้วดึงฟรุตติงบอดีเบาๆให้หลุดออกจากฐานข้าว จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักสดของฟรุตติงบอดี โดยใช้เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวัดความสูงฟรุติงบอดี โดยใช้เส้นด้ายทาบกัฟรุติงบอดี แล้วนำไปอ่านค่าการวัดกับไม้บรรทัด โดยจะแบ่งความสูงของฟรุติงบอดีเป็น 3 แบบ ได้แก่ 1 – 3 เซนติเมตร, 4 – 6 เซนติเมตร, 7 – 9 เซนติเมตร (ณัฐพงษ์ และคณะ 2559)

ทำการอบแห้งฟรุติงบอดีที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ด้วยตู้อบสุญญากาศ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง (Gregori, 2014)

### 3.3.9 ขั้นตอนการสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทอง

นำส่วนฟรุติงบอดีมาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งจากนั้นนำตัวอย่างมา 1 กรัมเข้ากับเอทานอล 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 แล้วนำสารละลายส่วนใสไปแยกเอทานอลออกโดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศภายใต้ความดันอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วเก็บไว้ในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไว้ใช้วิเคราะห์สาร cordycepin และสาร antioxidant (สุกัญญา และคณะ 2558)

### 3.3.10 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin

#### 3.3.10.1 การเตรียมสารมาตรฐาน cordycepin

ซึ่งผงสารมาตรฐาน 10.0 มิลลิกรัม จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร แล้วทำการเจือจางสารมาตรฐานให้มีความเข้มข้นที่ 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

#### 3.3.10.2 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างเห็ดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารข้าวชนิดต่างๆ มาบดให้ละเอียด จากนั้นชั่งตัวอย่างแต่ละชนิด ชนิดละ 0.2 กรัม จากนั้นนำไปใส่ฟลาสก์ขนาด 150 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นพลาสติกละ 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปสกัดด้วยเครื่องอัลตราโซนิกที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที จากนั้นนำมารองด้วยแผ่นกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร

#### 3.3.10.3 การวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC)

ทำการวิเคราะห์สารมาตรฐานและตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้ในหัวข้อ 3.3.10.1 และ 3.3.10.2 ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง โดยใช้คอลัมน์ C18 (ขนาด 3.5 ไมโครเมตร × 250 มิลลิเมตร × 4.6 มิลลิเมตร) อุณหภูมิของคอลัมน์ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร ต่อนาที โดยฉีดตัวอย่างเข้าคอลัมน์ปริมาตร 0.1 ไมโครลิตร โดยเฟสเคลื่อนที่ คือ เมทานอลต่อน้ำ (15:85) (Jiamin *et al.*, 2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.11 การวิเคราะห์สาร antioxidant

ใช้วิธี DPPH radical scavenging assay เตรียมสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใน absolute ethanol จากนั้นเจือจางตัวอย่างแต่ละชนิด ให้มีความเข้มข้นที่ 800, 400, 200, 100, 50 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยวิธี two-fold dilutions method ใน 96 well plate ให้มีปริมาตรสุดท้ายเท่ากับ 100 ไมโครลิตร ในแต่ละ well เติม  $6 \times 10^{-5}$  M DPPH ใน absolute ethanol 100 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วตรวจวัดการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วย microplate reader โดยใช้วิธี ascorbic acid เป็น positive control นำค่าการดูดกลืนแสง มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ (% inhibition) ดังสมการแสดง

$$\% \text{ การยับยั้ง} = [(A_{\text{ctr}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{ctr}}] \times 100$$

โดยที่  $A_{\text{ctr}}$  = ค่าดูดกลืนแสงของ Blank

$A_{\text{sample}}$  = ค่าดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

จากนั้นสร้างตารางเปรียบเทียบ (%) inhibition เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารต้านอนุมูลอิสระ แต่ละความเข้มข้นของตัวอย่างสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทอง (สุกัญญา และคณะ 2558)

### 3.3.12 การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบ

#### 3.3.12.1 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ

แบคทีเรียชนิดที่ใช้คือ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่มีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง ความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมนั้น โดยทั่วไปจะนิยมใช้เชื้อปริมาณ  $10^5 - 10^7$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร วิธีการทดลองมีดังต่อไปนี้

1) เชื้อโคลนของเชื้อที่ต้องการทดสอบที่เพาะเลี้ยงไว้ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอายุประมาณ 24 ชั่วโมงมาประมาณ 2-3 โคลนนำมาใส่ในอาหาร nutrient broth ที่เตรียมไว้ในหลอดทดสอบ ปริมาตรหลอดละ 2 มิลลิลิตร

2) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3) นำไปวัดความขุ่นให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตรให้อยู่ในช่วง

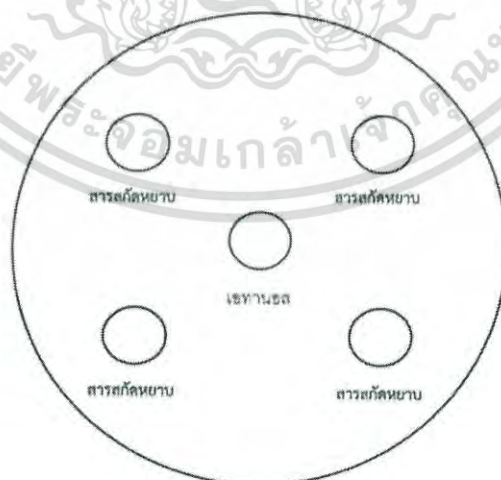
0.2 - 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.12.2 ทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ด้วยวิธี disc diffusion techniques

เตรียมอาหารแข็ง plate count agar (PCA) ในจานเพาะเลี้ยง ใช้ไม้พันสำลีที่ปราศจากเชื้อชุบแบคทีเรียที่ปรับความชื้นไว้โดยมีปริมาณเชื้อ  $10^6$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำการ swab ให้ทั่วบนผิวอาหาร PCA เพื่อให้แบคทีเรียกระจายสม่ำเสมอทั่วผิวหน้าของอาหาร PCA ทั้งหมด ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้ผิวหน้าของอาหาร PCA แห้ง จากนั้นใช้ปากคีบ (forceps) คีบกระดาษกรองปราศจากเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ข้างต้นแล้ว กดเบาๆ มาวางที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้แล้ว โดยหยดสารสกัดหยาบ ตำแหน่งละ 10 ไมโครลิตร รวมทั้งหยดตัวทำละลายเอทานอลเป็น control โดยใช้ automatic pipette ตามตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.1 แล้วบ่มที่ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณที่ไม่มีแบคทีเรียขึ้น (inhibition zone) โดยขนาดของโซนใสจะเท่ากับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของ paper disc และโซนใสของเชื้อลบด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ paper disc (6 มิลลิเมตร) บันทึกผลโดยแบ่งระดับการยับยั้ง โดยกำหนดให้

- ไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ
- + เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.10-0.30 เซนติเมตร
- ++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.31-0.50 เซนติเมตร
- +++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.51-0.70 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งในการวางตัวอย่างในการทดสอบหาบริเวณการยับยั้งเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Experiments in Completely Randomized Design (CRD) และ ANOVA วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Tukey 's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

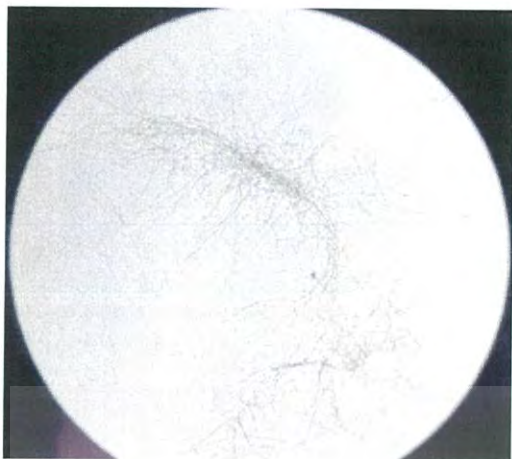
#### 4.1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเส้นใย

นำ seed culture ของเชื้อ *C. militaris* ในอาหาร PDB ที่ได้นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 14 วัน มาศึกษาลักษณะของเส้นใยด้วยการส่องกล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 40 100 400 และ 1000 เท่า ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

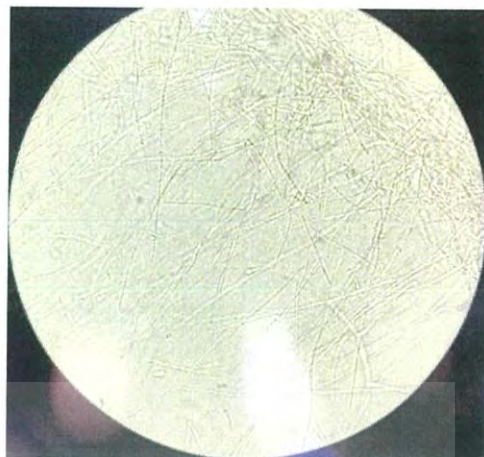


รูปที่ 4.1 seed culture ของเชื้อ *C. militaris* ในอาหาร PDB ที่ได้นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส และเขย่าด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



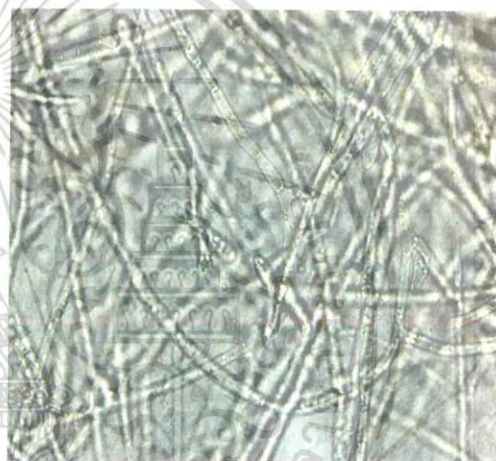
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.2 (ก) ลักษณะเส้นใยของเชื้อ *C. militaris* ที่กำลังขยาย 40 เท่า

(ข) ลักษณะเส้นใยของเชื้อ *C. militaris* ที่กำลังขยาย 100 เท่า

(ค) ลักษณะเส้นใยของเชื้อ *C. militaris* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

(ง) ลักษณะเส้นใยของเชื้อ *C. militaris* ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การหาความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้นโดยวิธี standard plate count

ทำการเจือจางเชื้อที่ระดับความเจือจางตั้งแต่  $10^{-1}$  จนถึง  $10^{-7}$  โดยใช้ PDB เป็นตัวเจือจาง จากนั้นนำเชื้อที่เจือจางในระดับต่างๆ มาทำการ spread plate จากนั้นหาความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้น โดยเลือกที่ระดับเจือจาง  $10^{-5}$  เนื่องจากเป็นไปตามหลักของวิธี standard plate count ได้ผล ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น โดยวิธี standard plate count

plate (ซ้ำ)	ระดับความเจือจาง	จำนวนโคโลนีที่นับได้	ความเข้มข้นของเชื้อเริ่มต้น (เซลล์/มิลลิลิตร)	ความเข้มข้นของเชื้อ (เซลล์/มิลลิลิตร) ปริมาตร 8 มิลลิลิตร
1	$10^{-5}$	70	$6.5 \times 10^6$	$5.2 \times 10^7$
2		57		
3		68		

## 4.3 ปริมาณของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยการให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพู

ทำการเก็บเกี่ยวโดยดึงฟรุตติงบอดีเบาๆให้หลุดออกจากรานข้าว ดังรูปที่ 4.3 จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักสดของฟรุตติงบอดี โดยใช้เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง และทำการอบแห้งฟรุตติงบอดี ด้วยตู้อบสุญญากาศ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง ได้ผลดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.3 ลักษณะฟรุตติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่นำมาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณน้ำหนักรีดและน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทองจากการเพาะเลี้ยงโดยให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	น้ำหนักของฟรุติงบอดี	
		น้ำหนักรีด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	17.012 ± 0.365 <sup>d</sup>	1.898 ± 0.0988 <sup>ijkl</sup>
	P	12.192 ± 0.617 <sup>e</sup>	1.306 ± 0.224 <sup>klm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	8.114 ± 0.725 <sup>g</sup>	0.998 ± 0.0998 <sup>lm</sup>
	P	12.640 ± 0.585 <sup>e</sup>	1.178 ± 0.1375 <sup>lm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	22.234 ± 0.546 <sup>c</sup>	2.452 ± 0.332 <sup>ijk</sup>
	P	13.296 ± 0.851 <sup>e</sup>	1.440 ± 0.254 <sup>klm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	10.280 ± 0.404 <sup>f</sup>	1.434 ± 0.258 <sup>klm</sup>
	P	5.524 ± 0.933 <sup>h</sup>	0.662 ± 0.1246 <sup>m</sup>
ข้าวหอมมะลิ	W	25.010 ± 0.496 <sup>b</sup>	2.978 ± 0.348 <sup>ij</sup>
	P	30.530 ± 0.868 <sup>a</sup>	3.188 ± 0.328 <sup>i</sup>

หมายเหตุ : ± = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน W = ไฟสีขาว P = ไฟสีชมพู (N = 5) a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย ANOVA และ Tukey 's test

จากตารางที่ 4.2 พบว่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) มีน้ำหนักรีดมากที่สุดเท่ากับ 30.530 ± 0.868 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (W) เท่ากับ 25.010 ± 0.496 กรัม และข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีน้ำหนักรีดน้อยที่สุดเท่ากับ 5.524 ± 0.933 กรัม

จากการศึกษาน้ำหนักแห้งพบว่า ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) มีน้ำหนักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 3.188 ± 0.328 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (W) เท่ากับ 2.978 ± 0.348 กรัม และข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด เท่ากับ 0.662 ± 0.1246 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 จำนวนฟรุติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ช่วงความสูงต่างๆ จากการเพาะเลี้ยง โดยให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพู

ทำการวัดความสูงฟรุติงบอดีที่ให้แสงไฟ LED สีขาวและสีชมพูตั้งรูปที่ 4.4 และ 4.5 โดยใช้เส้นด้ายทาบกัฟรุติงบอดี แล้วนำไปอ่านค่าการวัดกับไม้บรรทัด โดยจะแบ่งความสูงของฟรุติงบอดีเป็น 3 แบบ ได้แก่ 1 - 3 เซนติเมตร, 4 - 6 เซนติเมตรและ 7 - 9 เซนติเมตร ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนฟรุติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับความสูงต่างๆ จากการเพาะเลี้ยง โดยให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	จำนวนฟรุติงบอดีที่ระดับความสูงต่างๆ		
		1 - 3 cm.	4 - 6 cm.	7 - 9 cm.
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	32.8 ± 8.04 <sup>h</sup>	60.6 ± 7.33 <sup>fg</sup>	3.2 ± 3.42 <sup>j</sup>
	P	80.2 ± 7.92 <sup>def</sup>	159.0 ± 20.55 <sup>a</sup>	1.4 ± 2.19 <sup>ij</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	36.4 ± 8.08 <sup>h</sup>	102.2 ± 9.88 <sup>c</sup>	6.8 ± 7.98 <sup>ij</sup>
	P	45.0 ± 7.81 <sup>gh</sup>	164.4 ± 12.26 <sup>a</sup>	2.6 ± 4.34 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	68.4 ± 4.62 <sup>ef</sup>	166.2 ± 7.09 <sup>a</sup>	7.8 ± 7.56 <sup>ij</sup>
	P	93.2 ± 8.93 <sup>cd</sup>	93.8 ± 10.71 <sup>cd</sup>	0.6 ± 1.34 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	78.4 ± 9.07 <sup>def</sup>	82.8 ± 11.10 <sup>cde</sup>	10.4 ± 9.07 <sup>ij</sup>
	P	98.0 ± 12.41 <sup>cd</sup>	85.2 ± 7.46 <sup>cde</sup>	0.4 ± 0.89 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ	W	26.0 ± 6.04 <sup>hi</sup>	126.8 ± 6.06 <sup>b</sup>	7.8 ± 7.36 <sup>ij</sup>
	P	177.8 ± 6.22 <sup>a</sup>	179.8 ± 14.64 <sup>a</sup>	1.8 ± 3.03 <sup>j</sup>

หมายเหตุ : ± = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน W = ไฟสีขาว P = ไฟสีชมพู (N = 5) a,b,c,d,e,f,g,h,i,j แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย ANOVA และ Tukey 's test

จากตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนฟรุติงบอดีที่ความสูง 1 - 3 เซนติเมตร พบว่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) มีจำนวนฟรุติงบอดีมากที่สุด เท่ากับ 177.8 ± 6.22 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีจำนวนฟรุติงบอดี เท่ากับ 98.0 ± 12.41 และน้อยที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (W) เท่ากับ 26.0 ± 6.04

จำนวนฟรุติงบอดีที่ความสูง 4 - 6 เซนติเมตร พบว่า สูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) มีจำนวนฟรุติงบอดีมากที่สุดเท่ากับ 179.8 ± 14.64 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม (W) และข้าวหอมมะลิที่ใส่แมงกระซอน (P) มีจำนวนฟรุติงบอดีเท่ากับ  $166.2 \pm 7.09$  และ  $164.4 \pm 12.26$  ตามลำดับ และน้อยที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่ดักแด้ (W) มีจำนวนฟรุติงบอดีเท่ากับ  $60.6 \pm 7.33$

และจำนวนฟรุติงบอดีที่ความสูง 7 - 9 เซนติเมตร พบว่า สูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (W) มีจำนวนฟรุติงบอดีมากที่สุด เท่ากับ  $10.4 \pm 9.07$  แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (W) และข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม (W) มีจำนวนฟรุติงบอดีเท่ากับ  $7.8 \pm 7.36$  และ  $7.8 \pm 7.56$  ตามลำดับ และที่น้อยที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีจำนวนฟรุติงบอดีเท่ากับ  $0.4 \pm 0.894$



รูปที่ 4.4 การให้แสงไฟ LED สีขาวในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่สูตรอาหารข้าวชนิดต่างๆ



รูปที่ 4.5 การให้แสงไฟ LED สีชมพูในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่สูตรอาหารข้าวชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 ปริมาณสารยับยั้งอนุมูลอิสระ

นำส่วนของฟรุตติงบอดีที่ได้จากการสกัดหยาบของเห็ดถั่งเช่าสีทองมาวิเคราะห์สารยับยั้งอนุมูลอิสระ ได้ผลดังตารางที่ 4.4 และกราฟแสดงสารยับยั้งอนุมูลอิสระดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จากการเพาะเลี้ยงโดยให้แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระของเห็ดถั่งเช่าสีทองแต่ละระดับความเข้มข้น					
		25 µg/ml	50 µg/ml	100 µg/ml	200 µg/ml	400 µg/ml	800 µg/ml
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	35.740 ± 0.303 <sup>bcde</sup>	36.177 ± 0.248 <sup>abc</sup>	37.117 ± 0.135 <sup>vw</sup>	38.063 ± 0.189 <sup>stu</sup>	40.383 ± 0.556 <sup>klm</sup>	43.068 ± 0.130 <sup>rs</sup>
	P	34.667 ± 0.408 <sup>rs</sup>	35.060 ± 0.090 <sup>ef</sup>	36.163 ± 0.075 <sup>zabcd</sup>	37.090 ± 0.076 <sup>vw</sup>	37.763 ± 0.067 <sup>stuvw</sup>	41.320 ± 0.436 <sup>hij</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	37.423 ± 0.596 <sup>tuwx</sup>	37.943 ± 0.201 <sup>stuv</sup>	38.037 ± 0.086 <sup>stu</sup>	39.080 ± 0.204 <sup>pqr</sup>	40.157 ± 0.258 <sup>lmn</sup>	43.377 ± 0.353 <sup>ef</sup>
	P	35.110 ± 0.115 <sup>ef</sup>	36.730 ± 0.242 <sup>x</sup>	37.190 ± 0.020 <sup>uwx</sup>	38.100 ± 0.046 <sup>st</sup>	39.530 ± 0.486 <sup>mno</sup>	41.247 ± 0.287 <sup>jk</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	34.173 ± 0.340 <sup>gh</sup>	34.607 ± 0.146 <sup>g</sup>	35.337 ± 0.350 <sup>cdef</sup>	36.113 ± 0.165 <sup>zabcd</sup>	37.323 ± 0.115 <sup>tuwx</sup>	39.260 ± 0.290 <sup>nopq</sup>
	P	32.550 ± 0.121 <sup>a</sup>	33.490 ± 0.461 <sup>h</sup>	35.263 ± 0.354 <sup>def</sup>	36.027 ± 0.059 <sup>abcd</sup>	36.987 ± 0.359 <sup>w</sup>	37.967 ± 0.367 <sup>stuv</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	36.250 ± 0.276 <sup>yzab</sup>	37.377 ± 0.153 <sup>tuwx</sup>	38.533 ± 0.210 <sup>qrs</sup>	39.707 ± 0.241 <sup>mno</sup>	41.470 ± 0.510 <sup>hij</sup>	44.077 ± 0.199 <sup>de</sup>
	P	37.593 ± 0.163 <sup>tuwx</sup>	40.943 ± 0.070 <sup>kl</sup>	42.170 ± 0.0624 <sup>gh</sup>	43.223 ± 0.190 <sup>ef</sup>	44.470 ± 0.217 <sup>d</sup>	49.153 ± 0.381 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ	W	37.107 ± 0.160 <sup>vw</sup>	37.450 ± 0.193 <sup>uwx</sup>	38.190 ± 0.340 <sup>st</sup>	38.647 ± 0.434 <sup>pqr</sup>	40.117 ± 0.140 <sup>lmn</sup>	41.137 ± 0.045 <sup>jk</sup>
	P	38.140 ± 0.046 <sup>st</sup>	40.107 ± 0.121 <sup>lmn</sup>	41.203 ± 0.050 <sup>k</sup>	42.146 ± 0.040 <sup>hi</sup>	45.543 ± 0.305 <sup>c</sup>	47.043 ± 0.083 <sup>b</sup>

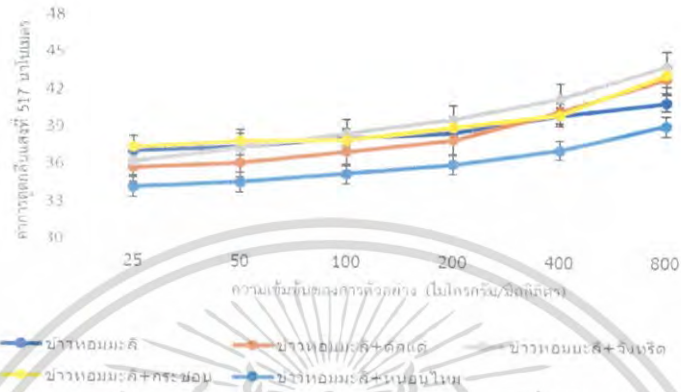
หมายเหตุ : ± = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน W = ไฟสีขาว P = ไฟสีชมพู (N = 5) a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t,u,v,w,x แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย ANOVA และ Tukey ' s test

จากตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้น 800 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร พบว่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสาร

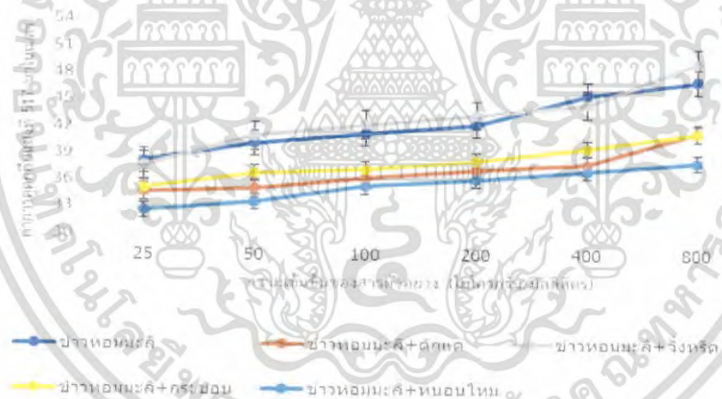
อนุมูลอิสระสูงที่สุด เท่ากับ 49.153 ± 0.381 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) เท่ากับ  $47.043 \pm 0.08$  เปอร์เซ็นต์ และข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม (P) มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุด เท่ากับ  $37.967 \pm 0.367$  เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยการให้แสงไฟ LED สีขาว



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยการให้แสงไฟ LED สีชมพู

#### 4.6 การทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ด้วยวิธี disc diffusion

จากการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella Enteritidis* และ *Salmonella Typhimurium* จากสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ให้แสงไฟที่แตกต่างกัน โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณโซนใสที่ได้ ดังรูปที่ 4.7 ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium โดยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยให้แสงไฟ LED สีขาว

แสงไฟ	ชนิดของสารสกัดหยาบ	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (inhibition zone) (เซนติเมตร)							
		<i>Salmonella</i> Enteritidis				<i>Salmonella</i> Typhimurium			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สีขาว (W)	ข้าวหอมมะลิ	++	++	++	++	++	-	-	++
	ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	+++	++	+++	+++	++	++	+++	+++
	ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	++	+++	-	++	++	+	+	+
	ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	++	++	++	++	++	++	++	++
	ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	++	++	++	++	++	++	-	++

หมายเหตุ :  
 - ไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ  
 + เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.10-0.30 เซนติเมตร  
 ++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.31-0.50 เซนติเมตร  
 +++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.51-0.70 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ด้วยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยให้แสงไฟ LED สีขาว โดยสังเกตการเกิดวงใส (inhibition zone) โดยเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone ปรากฏว่าในเชื้อ *Salmonella* Enteritidis มีการเกิด inhibition zone ของสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงด้วยข้าวหอมมะลิที่ใส่ดักแด้มากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่แมงกระซอน ข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม ข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด และข้าวหอมมะลิ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้คือ 0.58, 0.49, 0.46, 0.46 และ 0.43 เซนติเมตร ส่วนในเชื้อ *Salmonella* Typhimurium มีการเกิด inhibition zone ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงด้วยข้าวหอมมะลิที่ใส่ดักแด้มากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม, ข้าวหอมมะลิที่ใส่แมงกระซอน, ข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด และ ข้าวหอมมะลิ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้ 0.52, 0.37, 0.37, 0.33, 0.26 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.6 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ด้วยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยให้แสงไฟ LED สีชมพู

แสงไฟ	ชนิดของสารสกัดหยาบ	ฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (inhibition zone) (เซนติเมตร)							
		<i>Salmonella</i> Enteritidis				<i>Salmonella</i> Typhimurium			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
สีชมพู (P)	ข้าวหอมมะลิ	-	+	+	+	-	-	-	-
	ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	++	-	++	++	+++	+++	++	+++
	ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	+	+	+	+	+	-	++	+
	ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	++	+	-	+	-	++	++	++

- หมายเหตุ :
- ไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อ
  - + เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.10-0.30 เซนติเมตร
  - ++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.31-0.50 เซนติเมตร
  - +++ เกิด clear zone รอบ paper disc ขนาดตั้งแต่ 0.51-0.70 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ด้วยสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยให้แสงไฟ LED สีชมพู โดยสังเกตการเกิดวงใส (inhibition zone) โดยเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone ปรากฏว่า ในเชื้อ *Salmonella* Enteritidis มีการเกิด inhibition zone ของสารสกัดหยาบเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงด้วยข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีดมากที่สุด รองลงมาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่ดักแด่ ข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม ข้าวหอมมะลิที่ใส่แมงกระซอน และ ข้าวหอมมะลิ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้ 0.68, 0.33, 0.19, 0.18 และ 0.13 เซนติเมตร ส่วนในเชื้อ *Salmonella Typhimurium* มีการเกิด inhibition zone ของสารสกัดหยาบเห็ดถึงเข้าสีทองที่เพาะเลี้ยงด้วยข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีดมากที่สุด รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่ดักแด่, ข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหม และข้าวหอมมะลิที่ใส่แมงกระซอน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยตามลำดับดังต่อไปนี้ 0.68, 0.52, 0.34, 0.29 เซนติเมตร ส่วนสารสกัดหยาบข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลงไม่มีการเกิด inhibition zone จึงถือว่าไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ

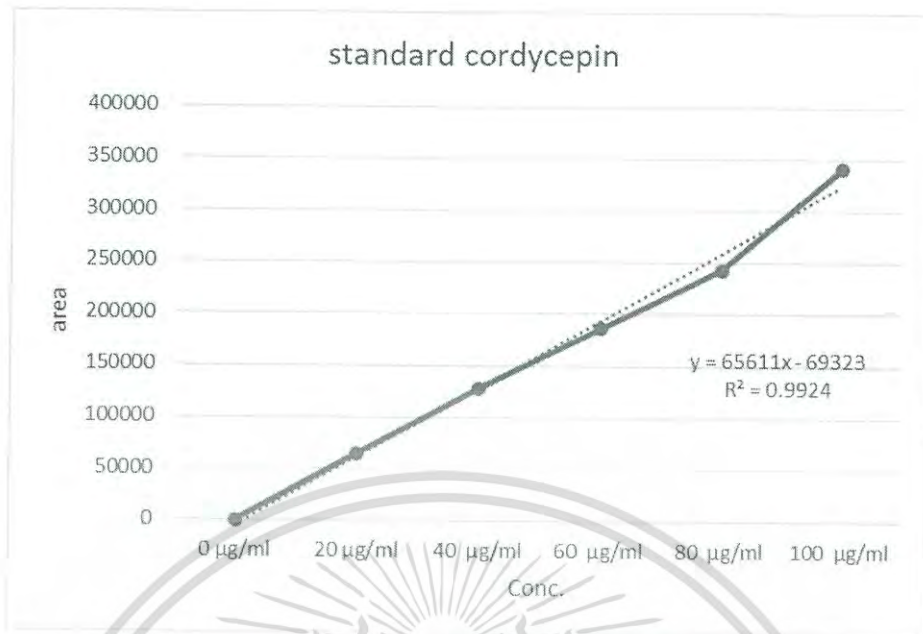


รูปที่ 4.7 แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella Typhimurium* ด้วยสารสกัดหยาบจากเห็ดถึงเข้าสีทองที่เพาะเลี้ยงจากสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีดโดยให้แสงไฟ LED สีชมพู

#### 4.7 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin

นำสารมาตรฐานที่เตรียมไว้ที่ความเข้มข้นที่ 20, 40, 60, 80 และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดหยาบจากเห็ดถึงเข้าสีทองที่เพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารข้าวชนิดต่างๆและแสงไฟ LED สีขาวและสีชมพูมาวิเคราะห์โดยเครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง ได้ผลดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 พบค่าปริมาณ cordycepin ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าสารมาตรฐาน cordycepin ที่ใช้ในการวิเคราะห์

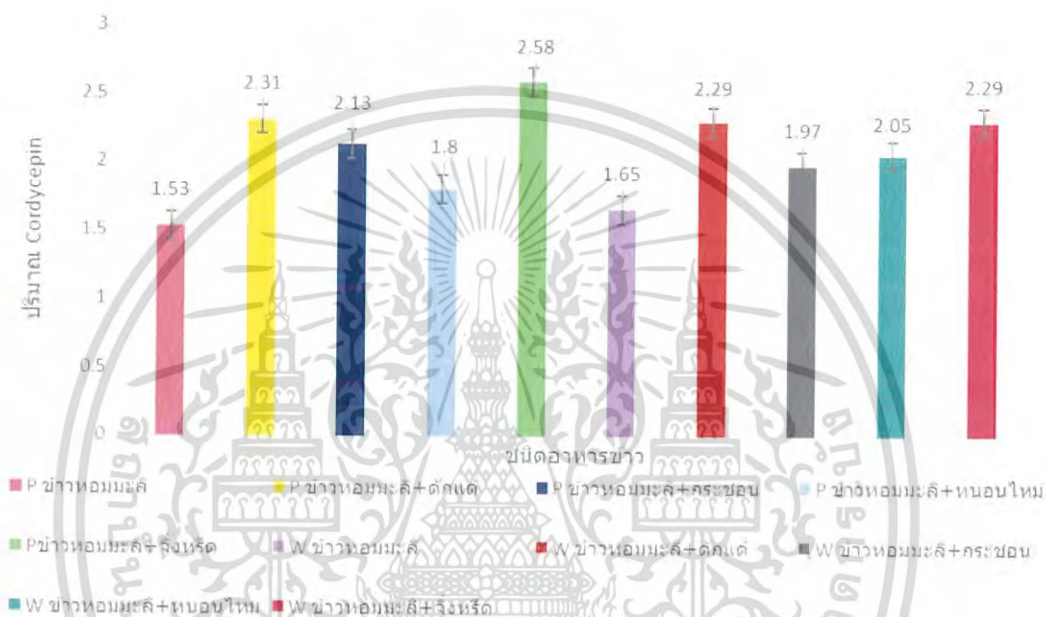
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณสาร cordycepin ต่อน้ำหนักแห้งเห็ดถึงเช่าสีทอง 1 กรัม

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	ปริมาณสาร (มิลลิกรัม/กรัมเห็ด)
ข้าวหอมมะลิ	W	$1.654 \pm 0.306^{de}$
	P	$1.530 \pm 0.053^e$
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	$2.285 \pm 0.069^{abc}$
	P	$2.311 \pm 0.247^{ab}$
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	$1.964 \pm 0.176^{bcde}$
	P	$2.128 \pm 0.067^{abcd}$
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	$2.047 \pm 0.065^{bcd}$
	P	$1.803 \pm 0.065^{cde}$
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	$2.288 \pm 0.287^{abc}$
	P	$2.582 \pm 0.048^a$

หมายเหตุ :  $\pm$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน W = ไฟสีขาว P = ไฟสีชมพู (N = 3) a,b,c,d,e แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบโดย ANOVA และ Tukey 's test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (P) มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin มากที่สุด เท่ากับ  $2.582 \pm 0.048$  มิลลิกรัมต่อกรัมเห็ด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) รองลงมาคือ ข้าวหอมมะลิที่ใส่จิ้งหรีด (W) เท่ากับ  $2.288 \pm 0.287$  มิลลิกรัมต่อกรัมเห็ด และน้อยที่สุดคือ ข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลง (P) เท่ากับ  $1.530 \pm 0.053$  มิลลิกรัมต่อกรัมเห็ด



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงปริมาณสาร cordycepin ที่ได้จากเห็ดถังเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยสูตรอาหารข้าวต่างๆ และแสงไฟ LED สีขาวและ LED สีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองพบว่า สภาวะแสงที่เหมาะสมสำหรับเพาะเลี้ยงฟรุติงบอดี คือ แสงไฟสีชมพู ที่ความเข้มแสง 350 ลักซ์ โดยสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณน้ำหนักราก น้ำหนักแห้ง และจำนวนฟรุติงบอดีที่ระดับความสูงต่างๆ คือ สูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ไม่ใส่แมลงภายใต้การให้แสงไฟ LED สีชมพู ผลิตฟรุติงบอดีเท่ากับ  $179.8 \pm 14.64$  การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากการสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทอง พบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดในสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่แมลงจึงเห็ดภายใต้การให้แสงไฟ LED สีชมพู มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระสูงที่สุด เท่ากับ  $49.153 \pm 0.381$  เปอร์เซ็นต์ และพบสารต้านอนุมูลอิสระปริมาณน้อยที่สุดในสูตรอาหารข้าวหอมมะลิที่ใส่หนอนไหมภายใต้การให้แสงไฟ LED สีชมพูพบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระน้อยที่สุดเท่ากับ  $37.967 \pm 0.367$  เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ด้วยวิธี disc diffusion แสดงฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella Enteritidis* และ *Salmonella Typhimurium* พบว่าสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยข้าวหอมมะลิที่ใส่เห็ดภายใต้การให้แสงไฟ LED สีชมพู เกิด inhibition zone ของสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองมากที่สุดโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยที่ 0.68 เซนติเมตร รวมถึงพบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin จากเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยสูตรอาหารข้าวชนิดนี้มากที่สุดเท่ากับ  $2.582 \pm 0.048$  มิลลิกรัมต่อกรัมเห็ดอีกด้วย

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhi *et al.*, 2014 ที่ศึกษาแสงไฟ LED ช่วยเพิ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญที่สุดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงฟรุติงบอดีของ *Cordyceps militaris* โดยพบว่าอัตราส่วนระหว่างสีแดง : สีน้ำเงิน ที่ 2 : 1 กับ 10% far-red คือคุณภาพแสงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเลี้ยงฟรุติงบอดี อีกทั้งงานวิจัยของ Dong *et al.*, 2012 ยังระบุอีกว่าแสงสีชมพู (แดง: น้ำเงิน 2: 1) ยังช่วยเพิ่มการสะสมของ carotenoids และ cordycepin อีกด้วย ส่วนการทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* spp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารเช่นเดียวกับแบคทีเรีย *E. coli* จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Qi *et al.*, 2019 ที่ศึกษา cordycepin ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. coli* และ *B. subtilis*

ที่มีกลไกต้านแบคทีเรียโดยการกระตุ้นเนื้อเยื่อไม่ทำให้สามารถกลับเป็นสภาวะปกติได้ซึ่งทำให้เซลล์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียความสามารถในการรักษาระดับโมเลกุลของไซโทพลาสซึม นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการรั่วไหลของกรดนิวคลีอิกและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ DNA ซึ่งทั้งหมดจะเกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียที่ก่อโรคมัมผัสกับ cordycepin โดยเกิดการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์และส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและหน้าที่ของกรดนิวคลีอิก

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในเชิงพาณิชย์ ในการเลือกชนิดของวัตถุดิบและแสงไฟในการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้ให้ได้ปริมาณและสารออกฤทธิ์ต่างๆ ได้มากที่สุดโดยประหยัดต้นทุน อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังเป็นการเสนอวิธีการใหม่สำหรับการออกแบบยาฆ่าเชื้อแบคทีเรียและก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านจุลชีพที่มีพื้นฐานมาจาก cordycepin ต่อไปในอนาคต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณ ฤทธิเดช , โอยรดา จันทรโสม , ถาวร วินิจสานันท์ , หนึ่งฤทัย ธาราว์ชตราศาสตร์ และประภาพรรณ ซอหะซัน. 2558. “การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของ เส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง.” *Agricultural Science Journal*. 46(3): 701-704.
- ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา , พีระศักดิ์ ฉายประสาธ และบุญส่ง แสงอ่อน. 2559. “ผลของสูตรอาหารเทียมต่อการเกิด ดอกและการผลิตสารสำคัญทางยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง.” *วารสารพืชศาสตร์ สงขลา นครินทร์*. 3: 34-46
- นภัทร วัจนเทพินทร์ และไชยยันต์ บุญมี. 2560. “ไดโอดแปลงแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช.” *วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 25(1).
- ประสาธพร บริสุทธิ์เพ็ชร , พิทย ภาณุบุตร และสาธรร พรตระกูลพัฒน์. 2551. “การทดสอบฤทธิ์ ด้านเชื้อของสมุนไพรในห้องปฏิบัติการ” *คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- รวินิภา ศรีมูล และศิริจันทร์ ตาใจ. 2556. “ปริมาณฟีนอลรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำผลไม้แปรรูปในจังหวัดจันทบุรี.” *คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตปราจีนบุรี*.
- วรภรณ์ สุทธิสา. 2556. “การพัฒนาสูตรอาหารที่ชักนำการสร้างสโตรมาของเชื้อรา *Cordyceps* sp.” *แก่นเกษตร*. 41: 493-497.
- สุกัญญา หลีแจ้ , นาขนิณ บากาสะแต , วริยา อินตะมนต์ , ชนิสา ก่อกิจไพศาล , ธีรทัศน์ สุดสายและ อัมพรรัตน์ ประไพวงศ์. 2558. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงบนข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิ.” *ในการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปีการศึกษา 2558*. 210-217
- สุพัตรา ปรศุพัฒนา และวิมา วงศ์พาณิชย์. 2547. “การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดพืชสมุนไพร.” *เรื่อง การตรวจสอบสมุนไพร, คณะเภสัชการประชุมเชิงปฏิบัติการศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Adnan, M., Ashraf, S.A., Khan, S., Alshammari, E., Awadelkareem, A.M. 2017. "Effect of pH, temperature and incubation time on cordycepin production from *Cordyceps militaris* using solid-state fermentation on various substrates." *Journal of Food*. 15(4): 617-621.
- Buenz, E.J., Bauer, B.A., Osmundson, T.W., Motley, T.J. 2005. "The traditional Chinese medicine *Cordyceps sinensis* and its effects on apoptotic homeostasis." *Journal of Ethnopharmacology*. 96: 19-29.
- Ching, P.C., Tsong, L.H., You, C., Mohamed, E.S., Tung, Y.W., Wen, L., Yu, M.H., Kuei, H.L., Ming, F.H., Shyng, S.Y., Fang, R.C., Yang, C.W. 2016. "Research and development of *Cordyceps* in Taiwan." *Food Science and Human Wellness*. 5: 177-185.
- Das, S. K., Masuda, M., Sakurai, A., Sakakibara, M. 2010. "Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps militaris* : Current state and prospects." *Fitoterapia*. 81 (8): 961-968.
- Dong, J.Z., Liu, M.R., Lei, C., Zheng, X.J., Wang, Y., 2012. "Effects of selenium and light wavelengths on liquid culture of *Cordyceps militaris* Link. Appl." *Biochemistry Biotechnology* 166: 2030-2036.
- Gregori, A. 2014. "Cordycepin production by *Cordyceps militaris* cultivation on spent brewery grains." *Acta Biologica Slovenica*. 57(2): 45-52.
- Hedberg, C. 1999. "Food-related illness and death in the United States." *Emerging Infectious Diseases*. 5(6): 840-842.
- Holliday, J.C., Cleaver, P., Loomis-Powers, M., Patel, D. 2004. "Analysis of quality and techniques for hybridization of medicinal fungus *Cordyceps sinensis*." *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 6: 151-164.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- International Association for Food. 2011. "Procedures to Investigate Foodborne Illness (6th ed.)" *New York: Springer*.
- Jiamin L., Minyi G., Yi L. 2015. "Effects of cooking on the contents of adenosine and cordycepin in *Cordyceps militaris*." *Procedia Engineering* 102(2015): 485 – 491
- Kodama, E.N., McCaffrey, R.P., Yusa, K., Mitsuya, H. 2000. "Antileukemic activity and mechanism of action of cordycepin against terminal deoxynucleotidyl transferase-positive (TdT+) leukemic cells." *Biochemical Pharmacology*. 59 (3): 273-281.
- Parcell, A.C., Smith, J.M., Schulthies, S.S., Myrer, J.W. 2004. "*Cordyceps Sinensis* (CordyMax CS-4) Supplementation does not improve endurance exercise performance." *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 14 (2): 236-242.
- Qi, J. Zaixiang, L., Hongxin W., Chen C. 2019. "Antimicrobial effect and proposed action mechanism of cordycepin against *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*." *Journal of Microbiology* 57(4): 288–297
- Shen, S.C., Zeng, C. Li., Yu, C.W., Chih, H.L. 2017. "Effect of light-emitting diodes on the production of cordycepin, mannitol and adenosine in solid-state fermented rice by *Cordyceps militaris*." *Journal of Food Composition and Analysis*. 60: 51-56.5.
- Shrestha, B., Lee, W.O., Han, S. K., Sung, J. M., Sung, G. H. 2006. "Observations on Some of the Mycelial Growth and Pigmentation Characteristics of *Cordyceps militaris* Isolates." *Mycobiology Journal*. 34(2): 83–91.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Song, C.H., Jeon, Y.J., Yang, B.K., Ra, K.S., Sung, J.M. 1998. "Anti-complementary activity of exopolymers produced from submerged mycelial cultures of higher fungi with particular reference to *Cordyceps militaris*." *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 8: 536-539.
- Sung, J. M., Choi, Y. S., Shrestha, B., & Park, Y. J. 2002. "Investigation on artificial fruiting of *Cordyceps militaris*." *Korean Journal of Mycology*. 30(1): 6-10.
- Thorns, C. J. 2000. "Bacterial food- borne zoonoses. Revue scientific queet technique." *International Office of Epizootics*. 19(1): 226-239.
- Zhan, Y., Dong, C.H., Yao, Y.J. 2006. "Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Cultivated Fruit-bodies of *Cordyceps militaris* (L.) Link In Vitro." *Journal of Integrative Plant Biology*. 48(11): 1365-1370.
- Zhang, O., Yi, L., Zhibiao, D., Chun, C.H., Zhenquan, L. 2016. "The Strategies for Increasing Cordycepin Production of *Cordyceps militaris* by Liquid Fermentation." *Fungal Genomics and Biology*. 6: 1.
- Zhi, L.Y., Wen, F.H., Yan, R., Eugen, O., Guo, F.Z., Sheng, P., Xiao, J.W., Hai, H.L. 2014. "LED lights increase bioactive substances at low energy costs in culturing fruiting bodies of *Cordyceps militaris*." *Scientia Horticulturae*. 175: 139-143.
- ชุมชนคนทำเห็ด. (2558). ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด. [Online]. Available : <https://hug-hed.blogspot.com/2015/07/factors-affect-mushroom-growth.html> เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561
- ศูนย์วิจัยกีฏวิทยาป่าไม้ที่ 2. (2558). ดักแด้ไหม. [Online]. Available : <http://www.dnp.go.th/FOREMIC/Entomology/Web/Eminent/Eminent/Edibleins/Ediblei> เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์วิจัยกีฏวิทยาป่าไม้ที่ 2. (2558). หนอนไหม. [Online]. Available :  
[http://www.dnp.go.th/FOREMIC/WEB%20SITE2/honhai\\_insect.phpns\\_Apr/Edibl](http://www.dnp.go.th/FOREMIC/WEB%20SITE2/honhai_insect.phpns_Apr/Edibl)  
 เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561

ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. (2557). HPLC (High Performance  
 Liquid Chromatography). [Online]. Available :  
[http://science.skru.ac.th/ShowToolCame.php?id\\_skru=skru1234567890](http://science.skru.ac.th/ShowToolCame.php?id_skru=skru1234567890) เข้าถึง  
 เมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561

สุภาพดี. (2558). 10 สรรพคุณ...ประโยชน์ของข้าวหอมมะลิ ข้าวพันธุ์ดี กลิ่นหอม พร้อมวิตามิน.  
 [Online]. Available : <https://sukkaphap-d.com/10%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%>  
 เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561

Food Network Solution. (2556). ข้าวหอมดอกมะลิ. [Online]. Available :  
<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1730/jusmine-rice/> เข้าถึงเมื่อ  
 28 พฤศจิกายน 2561

Mthai. (2556). คุณสมบัติของข้าวหอมมะลิ. [Online]. Available :  
<https://talk.mthai.com/inbox/365326.html> เข้าถึงเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2561

ศูนย์ข้อมูลโรคติดต่อและพาหะนำโรค. โรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis). [Online]. Available :  
[http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc\\_nih/applications/files/Salmonella1.pdf](http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/applications/files/Salmonella1.pdf)  
 เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2561

คมชัดลึก. (2559). หนอนไหม. [Online]. Available :  
<http://www.komchadluek.net/news/lifestyle/224174> เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน  
 2561

ครูบ้านนอกดอทคอม. (2552). วงจรชีวิตของ *Bombyx mori*. [Online]. Available :  
<https://watthana672557.wordpress.com> เข้าถึงเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไทยรัฐ. (2560). **ดักแด้ใหม่**. [Online]. Available :

<https://www.thairath.co.th/content/1009752> เข้าถึงเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2561

วิกิพีเดีย. (2561). **Cordycepin**. [Online]. Available :

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cordycepin> เข้าถึงเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2561

วิกิพีเดีย. (2561). **แมงกระซอน**. [Online]. Available :

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B8%A5%E0> เข้าถึงเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2561

ดอลลีฟาร์ม. (2555). **จิ้งหรีด**. [Online]. Available :

<http://www.sading.eazyenglish.com/farm.html> เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2561

indiamart.com. (2555). **HPLC (High Performance Liquid Chromatography)**.

[Online]. Available : <https://www.indiamart.com/proddetail/refurbished-agilent-hplc-system-html> เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2561

japaneseclass.jp. (2560) **DPPH**. [Online]. Available :

<https://japaneseclass.jp/trends/about/DPPH> เข้าถึงเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### 1. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose agar) ปริมาตร 1 ลิตร

1.1 ทำการชั่ง PDA มา 39 กรัม ผสมลงในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร จากนั้นนำไปต้ม แล้วใส่ลงในขวดแก้วแล้วทำการปิดปากขวดด้วยจุกสำลี และนำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำสูง (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

1.2 เมื่อทำการฆ่าเชื้อเสร็จแล้ว ให้ทำการเทอาหาร PDA ลงเพลท ทำภายในตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow ) จากนั้นรอให้อาหารแข็งตัว

### 2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB (Potato Dextrose Broth) ปริมาตร 1 ลิตร

2.1 ทำการชั่ง PDB สำเร็จรูป 24 กรัม ผสมลงในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร จากนั้นนำไปต้ม

2.2 นำไปฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำสูง (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทลงพลาสติก ขนาด 250 มิลลิลิตร ปริมาตร 150 มิลลิลิตร และปิดด้วยจุกสำลี

### 3. การเตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น $6 \times 10^{-5}$ โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ละลายใน absolute ethanol

3.1 ชั่งผง DPPH 0.0012 กรัม ละลายด้วย absolute ethanol

3.2 เตรียมปริมาตร 50 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ในการปรับปริมาตร จากนั้นทำการหุ้มขวดปรับปริมาตรด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อไม่ให้สาร DPPH สัมผัสแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### 1. การเจริญเติบโตของ *C. militaris* บริเวณผิวหนังอาหารต่างๆและให้แสง LED สีขาวและชมพู



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

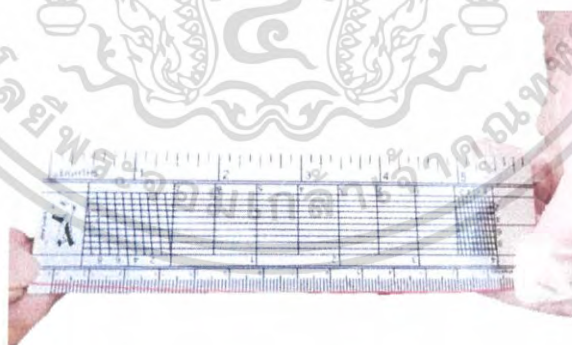
## ภาคผนวก ข (ต่อ)

### 2. การวัดหีตั่งเข้าสีทอง

2.1 วัดความสูงฟรุตติงบอดี โดยใช้เส้นด้ายเทียบกับฟรุตติงบอดี นำเส้นด้ายที่วัดได้เทียบกับไม้บรรทัด



2.2 นำเส้นด้ายที่วัดได้เทียบกับไม้บรรทัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### 1. ตารางที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักสดของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	น้ำหนักสด (กรัม)					เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	
ข้าวหอมมะลิ	W	25.44	24.65	24.82	25.63	24.51	25.010 <sup>b</sup>
	P	30.95	31.22	29.61	29.57	31.30	30.530 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	17.35	16.58	16.74	17.41	16.98	17.012 <sup>d</sup>
	P	12.63	11.63	11.42	12.54	12.74	12.192 <sup>e</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	8.89	7.98	8.83	7.59	7.28	8.114 <sup>s</sup>
	P	12.22	11.95	13.22	12.56	13.25	12.640 <sup>e</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	22.35	21.95	21.46	22.54	22.87	22.234 <sup>c</sup>
	P	13.34	14.58	12.23	13.36	12.97	13.296 <sup>e</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	10.48	10.23	9.85	10.86	9.98	10.280 <sup>f</sup>
	P	6.91	5.56	4.32	5.62	5.21	5.524 <sup>h</sup>

### 2. ตารางที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักแห้งของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	น้ำหนักแห้ง (กรัม)					เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	
ข้าวหอมมะลิ	W	3.51	2.99	2.89	2.54	2.96	2.978 <sup>ij</sup>
	P	3.62	3.25	2.96	2.78	3.33	3.188 <sup>l</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	1.84	1.99	2.01	1.78	1.87	1.898 <sup>kl</sup>
	P	1.22	1.08	1.14	1.55	1.54	1.306 <sup>klm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	1.02	1.08	0.85	0.95	1.09	0.998 <sup>lm</sup>
	P	1.29	1.01	1.33	1.19	1.07	1.178 <sup>lm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	2.66	2.35	1.93	2.54	2.78	2.452 <sup>jk</sup>
	P	1.48	1.5	1.59	1	1.63	1.440 <sup>klm</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	1.41	1.65	1.58	1.53	1	1.434 <sup>klm</sup>
	P	0.76	0.45	0.66	0.7	0.74	0.662 <sup>m</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตารางที่ 3 ข้อมูลจำนวนฟรุติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความสูง 1 – 3 เซนติเมตร ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	จำนวนฟรุติงบอดี (ดอก)					เฉลี่ย
		ซ้าที่ 1	ซ้าที่ 2	ซ้าที่ 3	ซ้าที่ 4	ซ้าที่ 5	
ข้าวหอมมะลิ	W	34	30	25	19	22	26.0 <sup>hi</sup>
	P	185	179	16	177	180	177.8 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	30	45	24	29	36	32.80 <sup>h</sup>
	P	70	74	85	83	89	80.20 <sup>def</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	45	39	30	42	26	36.40 <sup>h</sup>
	P	50	48	34	53	4	45.0 <sup>gh</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	72	65	68	74	63	68.40 <sup>ef</sup>
	P	100	95	80	89	102	93.2 <sup>cd</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	73	69	86	74	90	78.4 <sup>det</sup>
	P	100	96	106	110	78	98.0 <sup>cd</sup>

4. ตารางที่ 4 ข้อมูลจำนวนฟรุติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความสูง 4 – 6 เซนติเมตร ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	จำนวนฟรุติงบอดี (ดอก)					เฉลี่ย
		ซ้าที่ 1	ซ้าที่ 2	ซ้าที่ 3	ซ้าที่ 4	ซ้าที่ 5	
ข้าวหอมมะลิ	W	132	125	133	118	126	126.8 <sup>b</sup>
	P	196	195	168	174	166	179.8 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	70	62	50	58	63	60.6 <sup>fg</sup>
	P	170	166	185	140	137	159 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	112	105	89	95	110	102.2 <sup>c</sup>
	P	180	159	172	163	148	164.4 <sup>a</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	175	160	168	170	158	166.2 <sup>a</sup>
	P	105	100	99	85	80	93.8 <sup>cd</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	97	89	84	75	69	82.8 <sup>cde</sup>
	P	84	90	81	95	76	85.2 <sup>cde</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ตารางที่ 5 ข้อมูลจำนวนฟรุติงบอดีของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ความสูง 7 – 9 เซนติเมตร ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED ชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	จำนวนฟรุติงบอดี (ดอก)					เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	
ข้าวหอมมะลิ	W	14	15	10	0	0	7.8 <sup>ij</sup>
	P	7	2	0	0	0	1.8 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ตักแด่	W	8	5	3	0	0	3.2 <sup>j</sup>
	P	5	2	0	0	0	1.4 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	19	10	5	0	0	6.8 <sup>ij</sup>
	P	10	3	0	0	0	2.6 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนใหม่	W	17	10	12	0	0	7.8 <sup>ij</sup>
	P	3	0	0	0	0	0.6 <sup>j</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	23	15	10	4	0	10.4 <sup>ij</sup>
	P	2	0	0	0	0	0.4 <sup>j</sup>

6. ตารางที่ 6 ข้อมูลปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	ความเข้มข้น (µg/ml)	% Inhibition (เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสารอนุมูลอิสระ)			เฉลี่ย
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ข้าวหอมมะลิ	W	25	37.12	36.94	37.26	37.107 <sup>wvx</sup>
		50	37.53	37.23	37.59	37.450 <sup>tuwvx</sup>
		100	38.54	38.17	37.86	38.190 <sup>rst</sup>
		200	38.95	38.84	38.15	38.647 <sup>pqrs</sup>
		400	40.16	40.23	39.96	40.117 <sup>lmn</sup>
		800	41.18	41.09	41.14	41.137 <sup>jk</sup>
	P	25	38.18	38.09	38.15	38.140 <sup>st</sup>
		50	40.2	40.15	39.97	40.107 <sup>lmn</sup>
		100	41.21	41.25	41.15	41.203 <sup>jk</sup>
		200	42.11	42.19	42.14	42.146 <sup>hi</sup>
		400	45.85	45.24	45.54	45.543 <sup>c</sup>
		800	47.07	47.11	46.95	47.043 <sup>b</sup>
		25	35.5	36.08	35.64	35.740 <sup>BCDE</sup>
		50	36.31	35.89	36.33	36.177 <sup>zABC</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหอมมะลิ + ดักแด่	W	100	37.12	36.98	37.25	37.117 <sup>wvx</sup>
		200	38.13	37.85	38.21	38.063 <sup>stu</sup>
		400	40.98	40.29	39.88	40.383 <sup>klm</sup>
		800	43.2	43.06	42.94	43.068 <sup>fs</sup>
	P	25	34.55	35.12	34.33	34.667 <sup>FG</sup>
		50	35.15	35.06	34.97	35.060 <sup>EFG</sup>
		100	36.16	36.09	36.24	36.163 <sup>ZABCD</sup>
		200	37.17	37.08	37.02	37.090 <sup>wvx</sup>
		400	37.78	37.82	37.69	37.763 <sup>stuvw</sup>
		800	41.62	41.52	40.82	41.320 <sup>hij</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แฉงกระซอน	W	25	37.12	37.04	38.11	37.423 <sup>tuwx</sup>
		50	37.73	38.13	37.97	37.943 <sup>stuv</sup>
		100	38.13	38.02	37.96	38.037 <sup>stu</sup>
		200	39.15	39.24	38.85	39.080 <sup>opqr</sup>
		400	40.37	40.23	39.87	40.156 <sup>lmn</sup>
	P	800	43.61	42.97	43.55	43.377 <sup>ef</sup>
		25	35.15	35.2	34.98	35.110 <sup>ef</sup>
		50	36.77	36.95	36.47	36.730 <sup>x</sup>
		100	37.17	37.21	37.19	37.190 <sup>uvwx</sup>
		200	38.05	38.14	38.11	38.100 <sup>st</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	400	39.78	39.84	38.97	39.530 <sup>mnp</sup>
		800	41.21	40.98	41.55	41.247 <sup>ijk</sup>
		25	34.08	34.55	33.89	34.173 <sup>sh</sup>
		50	34.49	34.56	34.77	34.607 <sup>fs</sup>
		100	35.69	35.3	34.99	35.337 <sup>cdef</sup>
		200	36.11	36.28	35.95	36.113 <sup>abcd</sup>
		400	37.32	37.44	37.21	37.323 <sup>tuwx</sup>
	P	800	39.55	38.97	39.26	39.260 <sup>nopq</sup>
		25	32.53	32.68	32.44	32.550 <sup>l</sup>
		50	33.13	33.33	34.01	33.490 <sup>h</sup>
P	100	34.98	35.15	35.66	35.263 <sup>def</sup>	
	200	35.96	36.05	36.07	36.027 <sup>abcd</sup>	
	400	37.29	36.59	37.08	36.987 <sup>wx</sup>	
	800	38.11	38.24	37.55	37.967 <sup>stuv</sup>	
	25	36.51	36.28	35.96	36.250 <sup>yzAB</sup>	
P	50	37.32	37.55	37.26	37.377 <sup>tuwx</sup>	
	100	38.74	38.32	38.54	38.533 <sup>rs</sup>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	200	39.96	39.48	39.68	39.707 <sup>mno</sup>
		400	41.98	40.96	41.47	41.470 <sup>hij</sup>
		800	44.22	43.85	44.16	44.077 <sup>de</sup>
	P	25	37.77	37.45	37.56	37.593 <sup>tuvw</sup>
		50	41.01	40.87	40.95	40.943 <sup>kl</sup>
		100	42.22	42.1	42.19	42.170 <sup>gh</sup>
		200	43.42	43.04	43.21	43.223 <sup>ef</sup>
		400	44.22	44.59	44.6	44.470 <sup>d</sup>
		800	49.49	49.23	48.74	49.153 <sup>a</sup>

7. ตารางที่ 7 ข้อมูลปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ cordycepin ต่อเห็ดถั่งเช่าสีทอง 1 กรัม ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

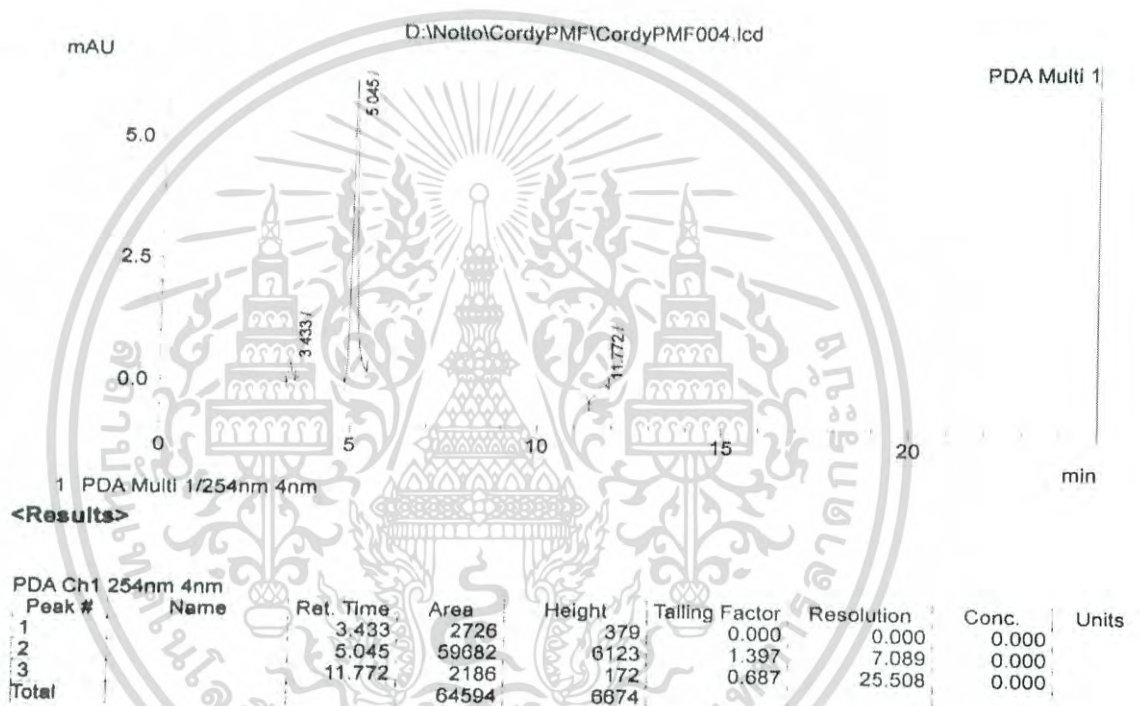
ชนิดของอาหารข้าว	แสงไฟ	ปริมาณสาร cordycepin (mg/g เห็ด)			เฉลี่ย
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	
ข้าวหอมมะลิ	W	1.938	1.695	1.33	1.65 <sup>de</sup>
	P	1.475	1.538	1.58	1.53 <sup>e</sup>
ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้	W	2.253	2.238	2.365	2.29 <sup>abc</sup>
	P	2.423	2.483	2.028	2.31 <sup>ab</sup>
ข้าวหอมมะลิ + แมงกระซอน	W	2.123	1.993	1.775	1.97 <sup>bcde</sup>
	P	2.093	2.085	2.205	2.13 <sup>abcd</sup>
ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม	W	2.118	2.033	1.99	2.05 <sup>bcd</sup>
	P	1.833	1.848	1.728	1.8 <sup>cde</sup>
ข้าวหอมมะลิ + จิ้งหรีด	W	2.12	2.125	2.62	2.29 <sup>abc</sup>
	P	2.535	2.58	2.63	2.58 <sup>a</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

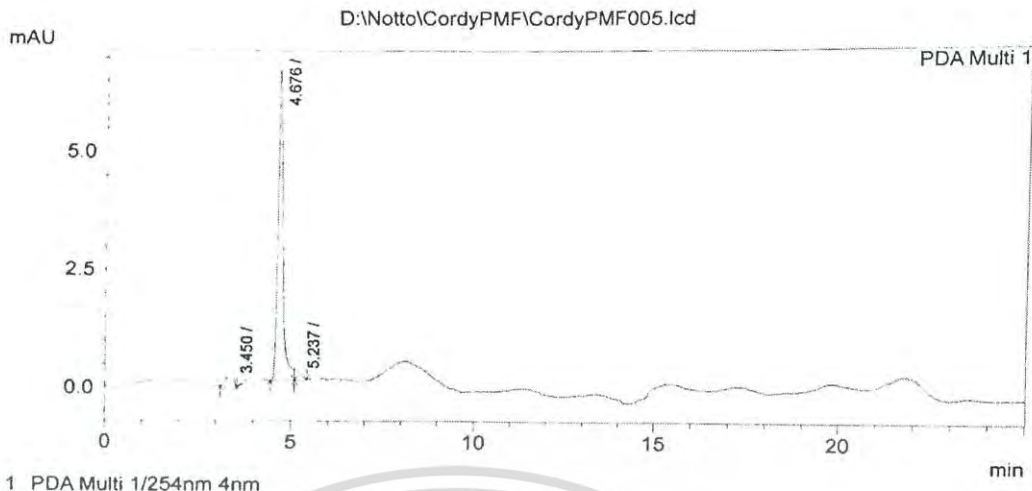
## ภาคผนวก ง

1. ภาพแสดงโครมาโทแกรมของสารมาตรฐาน cordycepin ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูงในการวิเคราะห์ (ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ)

1.1 ความเข้มข้นที่ 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

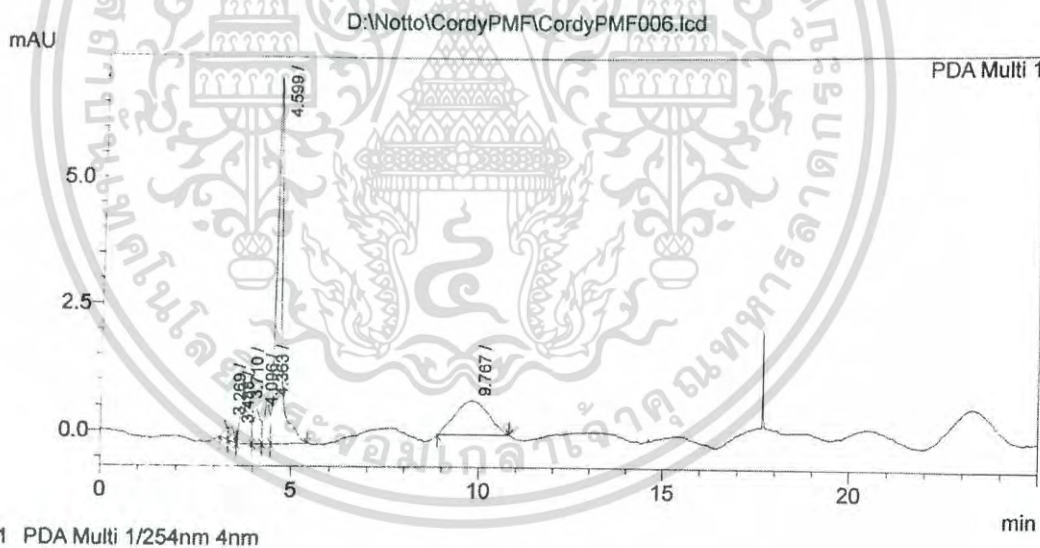


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.450	3744	228	0.672	0.000	0.000	
2		4.676	61086	6611	1.688	3.847	0.000	
3		5.237	2600	160	0.000	0.000	0.000	
Total			67429	6999				



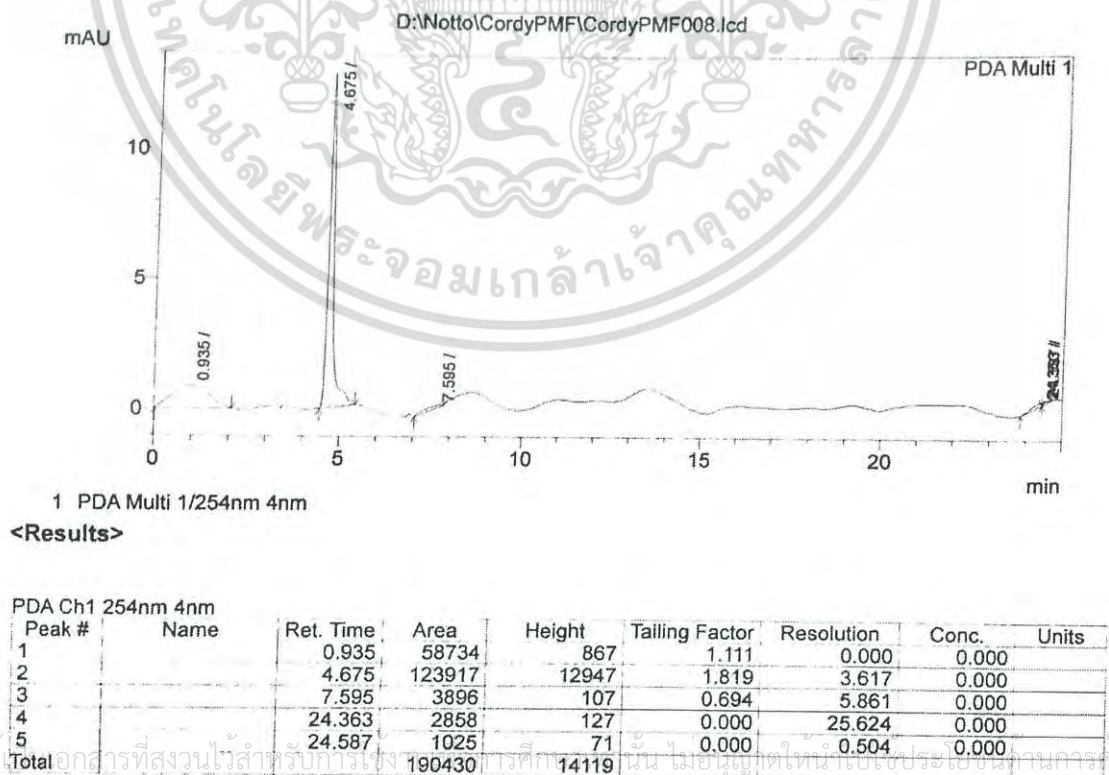
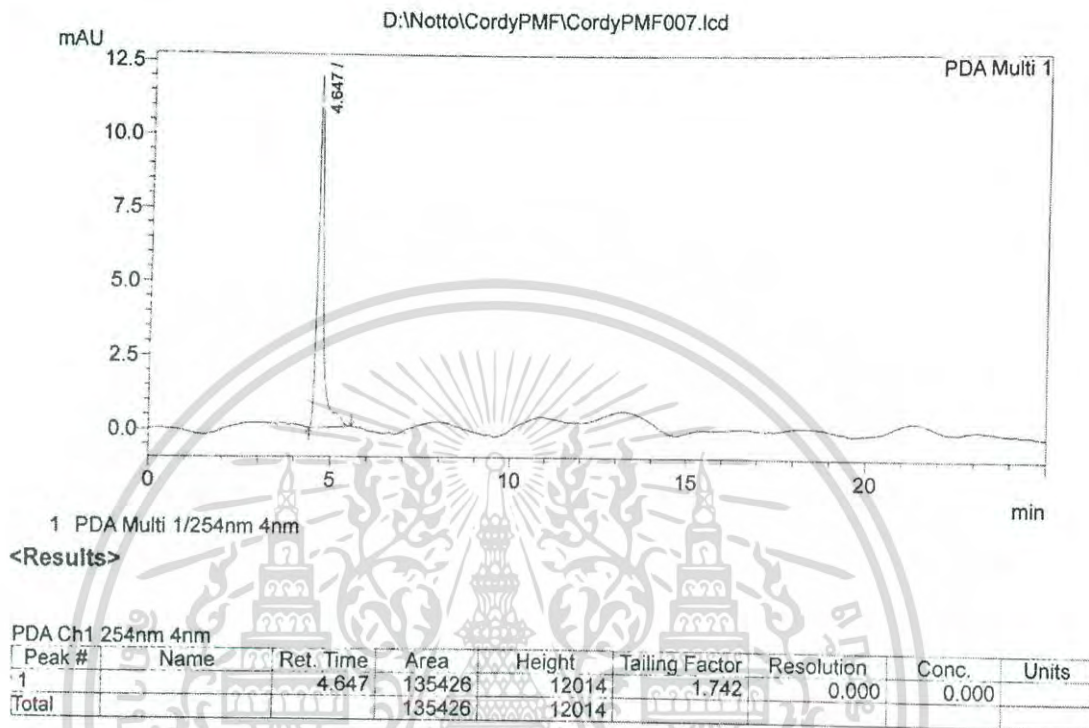
<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.269	2327	350	0.000	0.000	0.000	
2		3.488	2575	275	0.000	0.602	0.000	
3		3.710	12437	787	0.000	0.446	0.000	
4		4.096	8214	659	0.000	0.772	0.000	
5		4.363	8426	842	0.000	0.599	0.000	
6		4.599	72774	7263	0.000	0.747	0.000	
7		9.767	41598	671	1.069	5.486	0.000	
Total			148350	10846				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

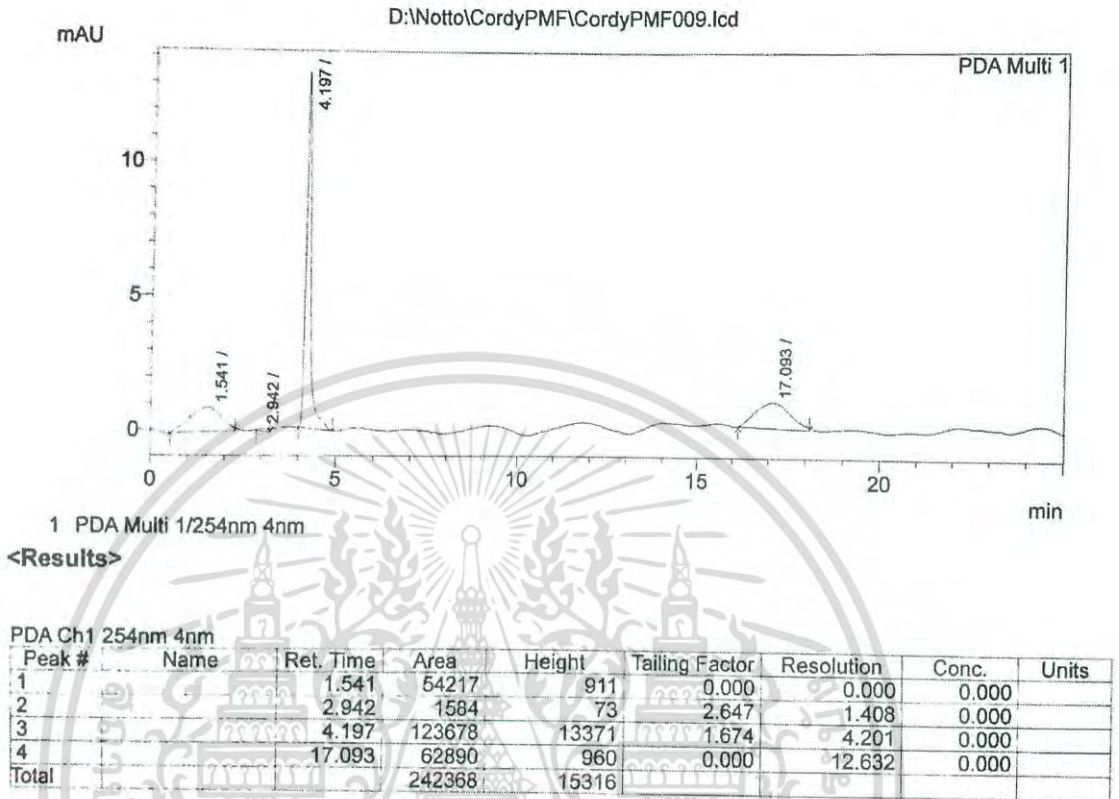
## ภาคผนวก ง (ต่อ)

1.2 ความเข้มข้นที่ 40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

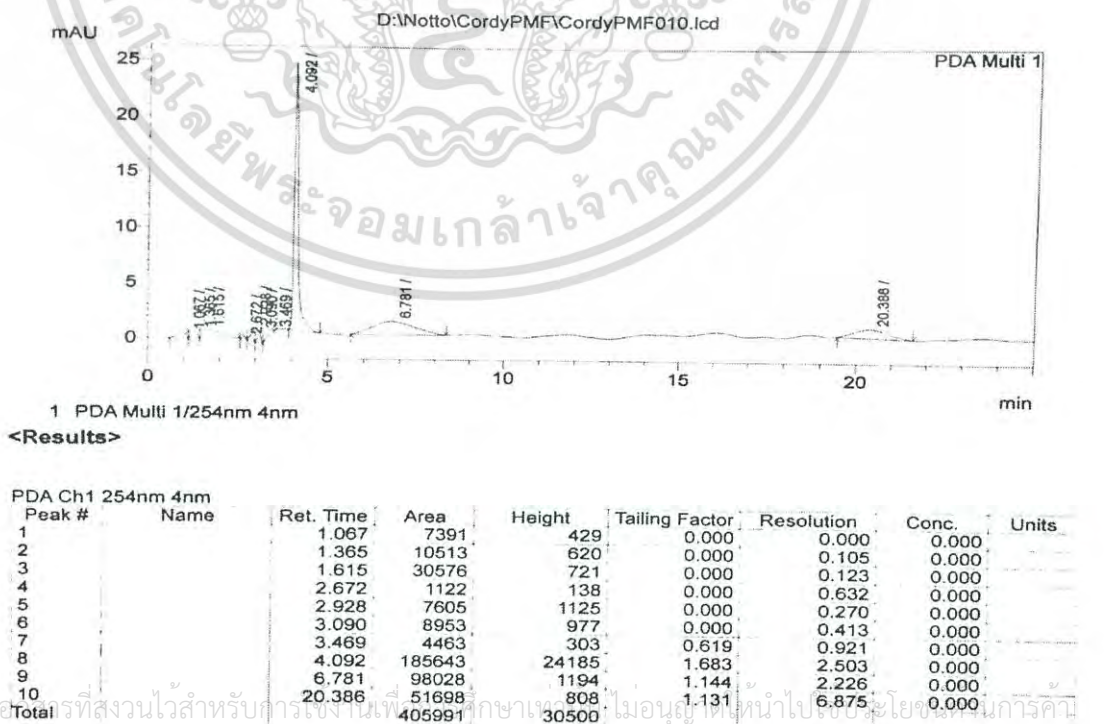


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ในงานการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง (ต่อ)

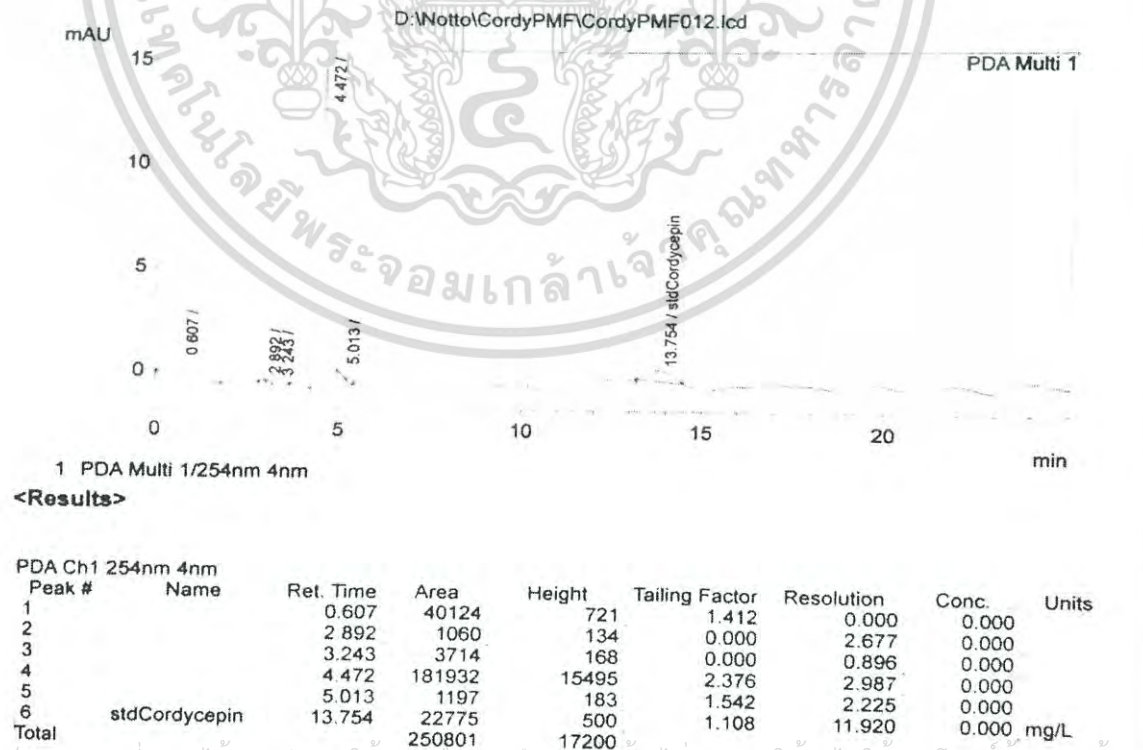
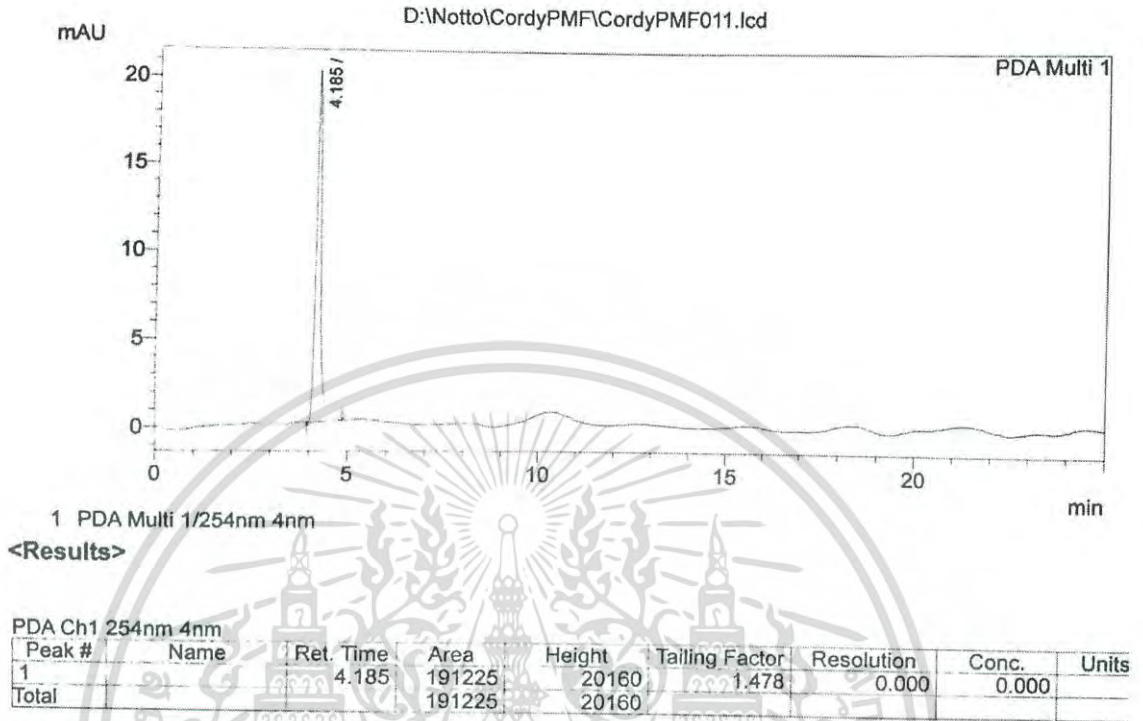


### 1.3 ความเข้มข้นที่ 60 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้โดยไม่ผ่านการพิจารณา  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

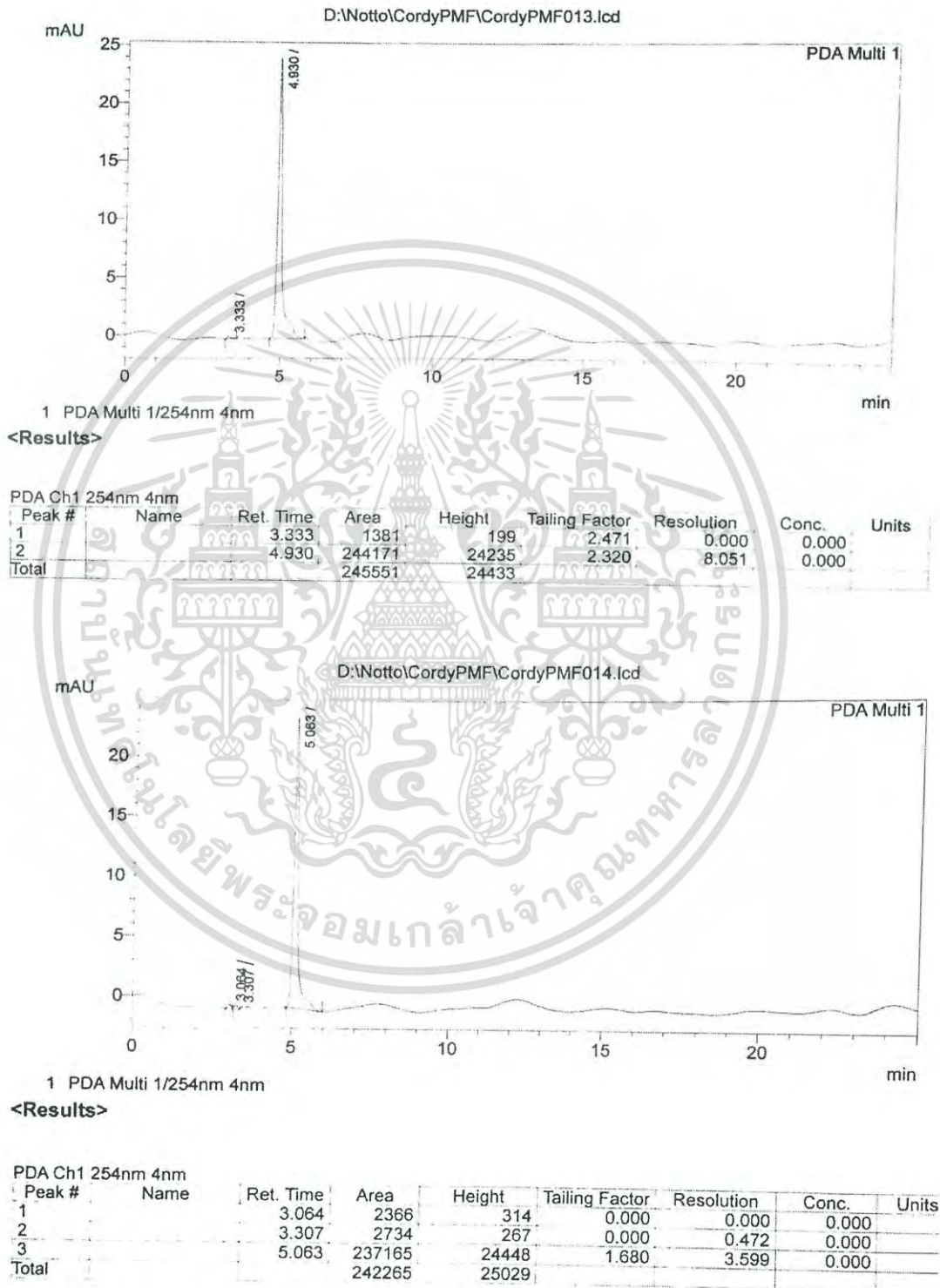
### ภาคผนวก ง (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

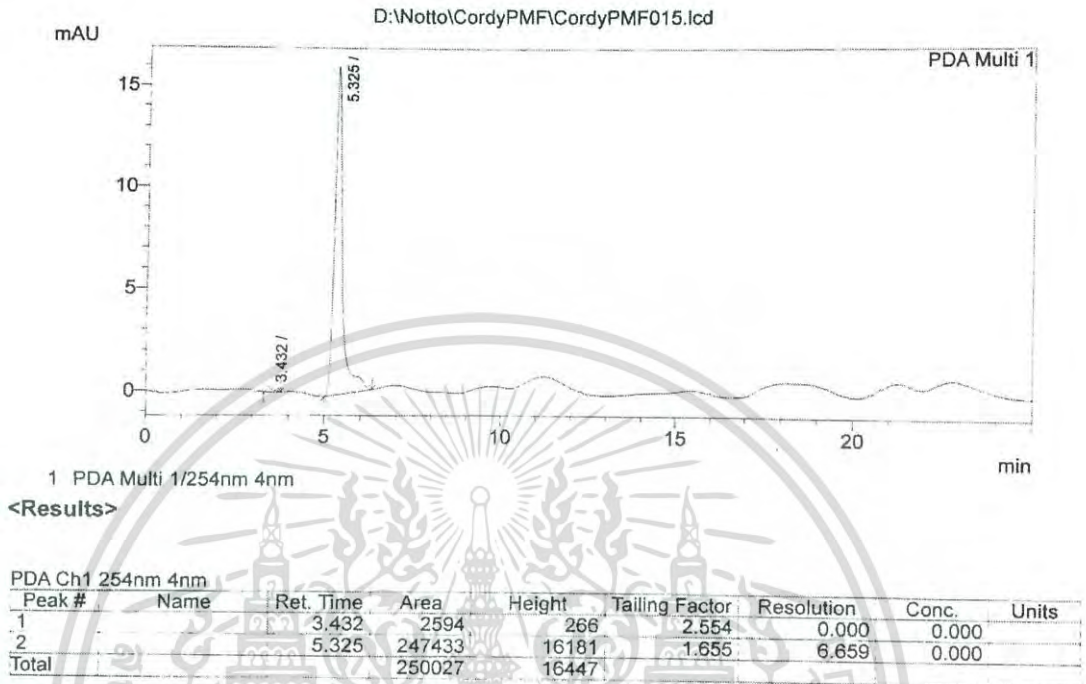
## ภาคผนวก ง (ต่อ)

1.4 ความเข้มข้นที่ 80 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

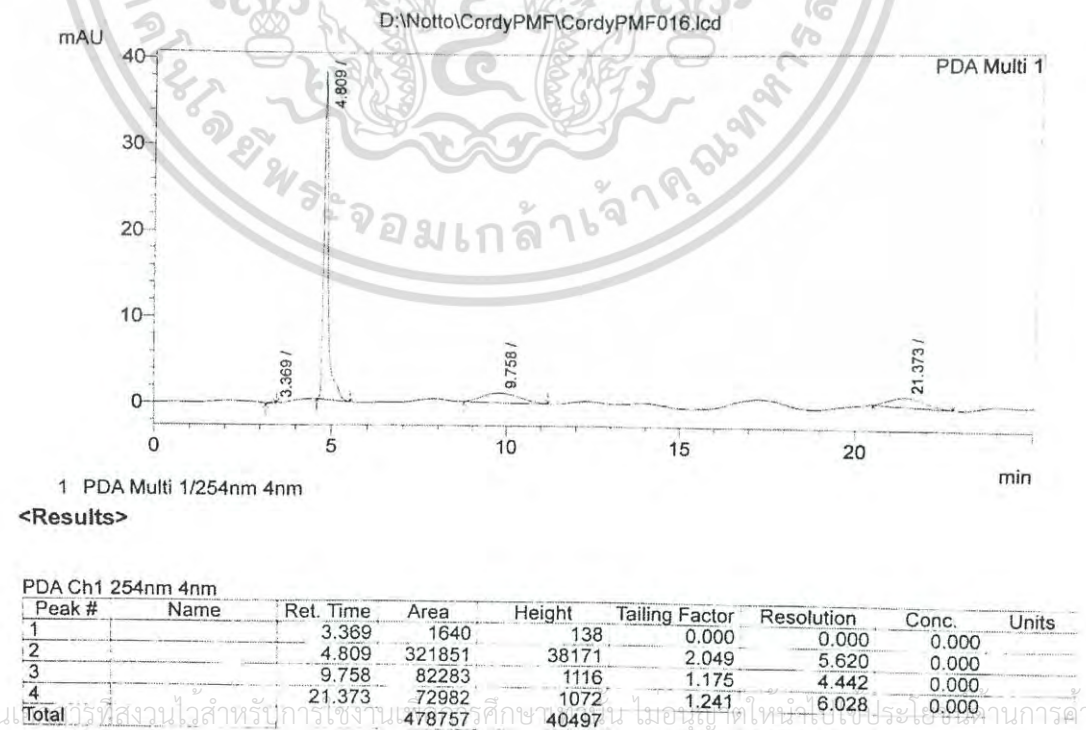


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

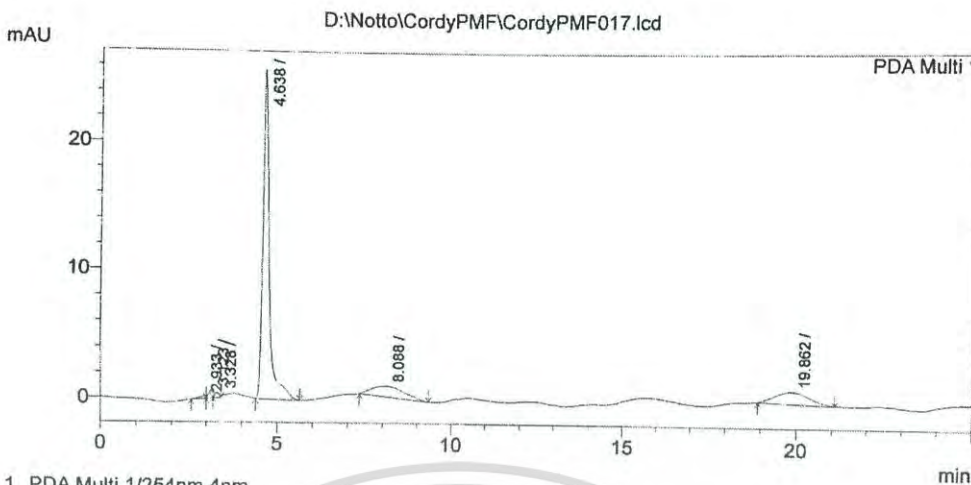
### ภาคผนวก ง (ต่อ)



1.5 ความเข้มข้นที่ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 PDA Multi 1/254nm 4nm

<Results>

PDA Ch1 254nm 4nm

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		2.933	2522	192	0.000	0.000	0.000	
2		3.123	4846	633	0.000	0.389	0.000	
3		3.328	4096	385	0.000	0.111	0.000	
4		4.638	326491	25752	1.790	0.704	0.000	
5		8.088	53536	821	1.283	3.313	0.000	
6		19.862	60579	922	1.107	6.549	0.000	
Total			452071	28704				



1 PDA Multi 1/254nm 4nm

<Results>

PDA Ch1 254nm 4nm

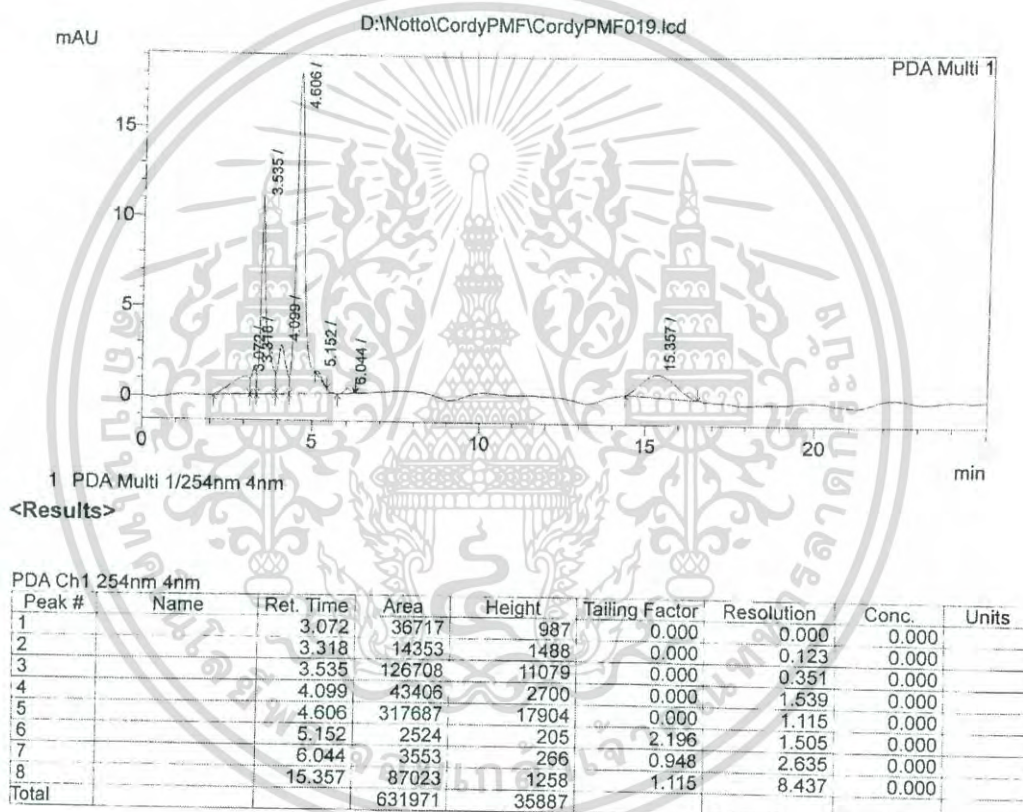
Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		4.628	373197	41754	2.256	0.000	0.000	
2		17.126	58204	1311	0.000	9.209	0.000	
3		17.365	37203	1358	0.000	0.000	0.000	
Total			468604	44424				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง (ต่อ)

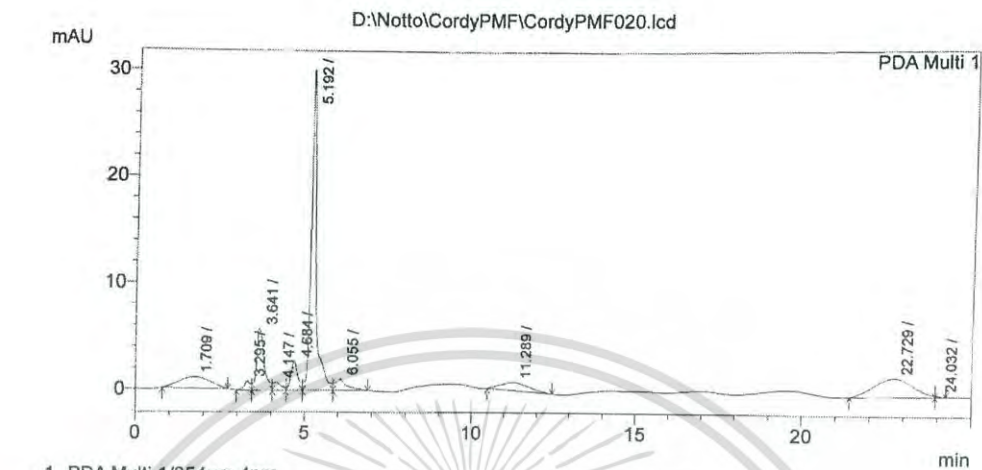
2. ภาพแสดงโครมาโทแกรมของสาร cordycepin ที่ได้จากการสกัดเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยสูตรอาหารชนิดต่างๆ ภายใต้การให้แสงไฟ LED สีชมพู โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูงในการวิเคราะห์ (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ)

### 2.1 ข้าวหอมมะลิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

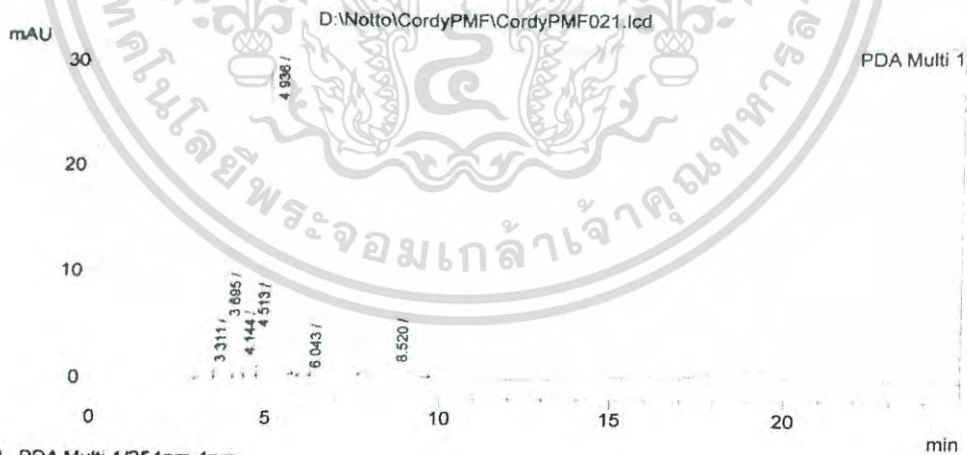
### ภาคผนวก ง (ต่อ)



<Results>

PDA Ch1 254nm 4nm

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		1.709	65793	1038	1.046	0.000	0.000	
2		3.295	10490	869	0.000	1.471	0.000	
3		3.641	87059	5797	0.000	0.941	0.000	
4		4.147	12104	753	0.000	0.865	0.000	
5		4.684	39041	2766	0.000	0.920	0.000	
6		5.192	334217	30301	1.966	1.658	0.000	
7		6.055	25779	1085	0.000	2.042	0.000	
8		11.289	45314	753	1.173	4.836	0.000	
9		22.729	138609	1753	0.000	6.033	0.000	
10		24.032	1198	121	0.000	0.855	0.000	
Total			759604	45235				



<Results>

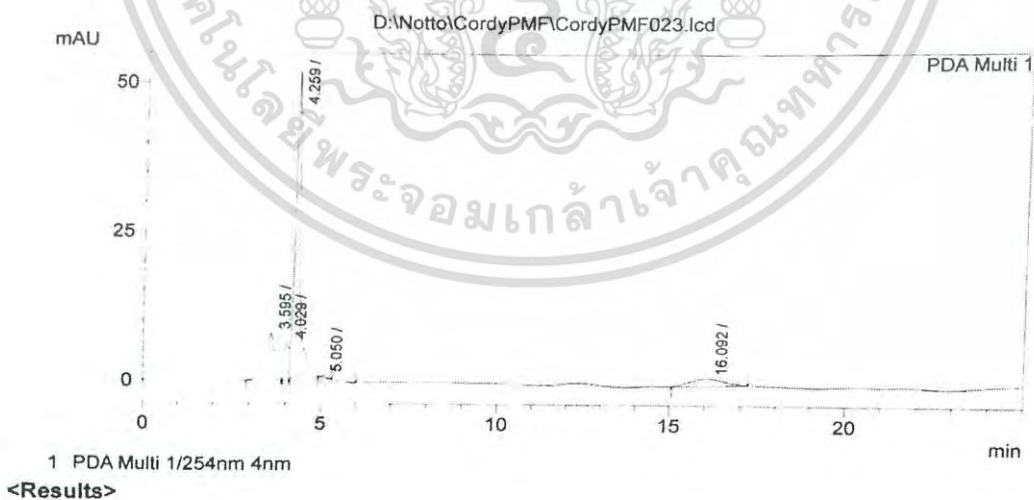
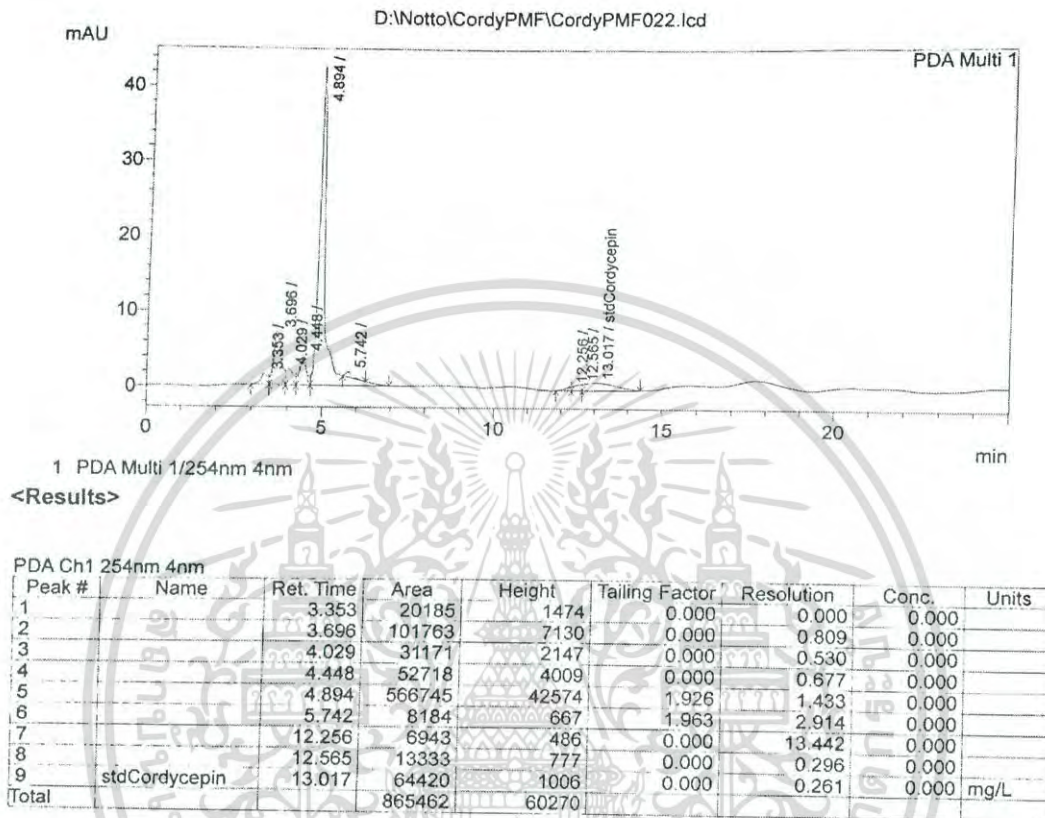
PDA Ch1 254nm 4nm

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.311	13760	963	0.000	0.000	0.000	
2		3.695	88742	5269	0.000	0.916	0.000	
3		4.144	21800	1600	0.000	0.916	0.000	
4		4.513	43274	4187	0.000	0.881	0.000	
5		4.936	345254	29415	1.844	1.529	0.000	
6		6.043	3044	273	1.148	3.723	0.000	
7		8.520	52547	847	1.109	2.432	0.000	
Total			568419	42552				

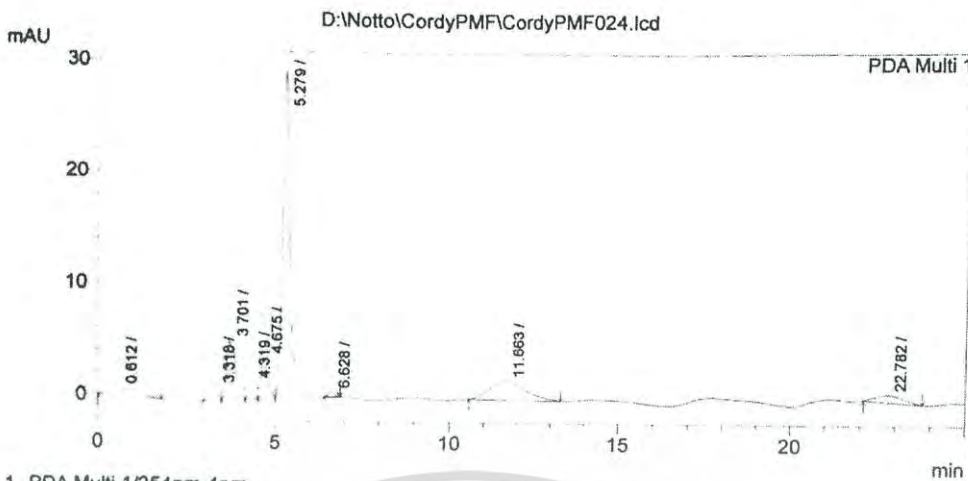
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังหน่วยงานราชการ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง (ต่อ)

### 2.2 ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้



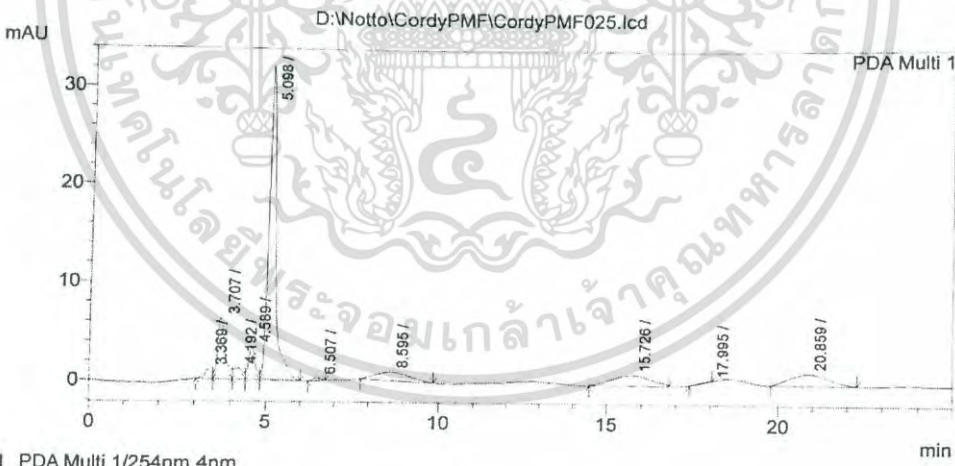
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการดำเนินการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปโดยไม่ขออนุญาตจากหน่วยงานต้นทาง  
 ไม่ควรกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		0.612	36812	650	1.470	0.000	0.000	
2		3.318	15373	1148	0.000	2.838	0.000	
3		3.701	95353	5292	0.000	0.956	0.000	
4		4.319	25606	1537	0.000	1.169	0.000	
5		4.675	49353	3738	0.000	0.724	0.000	
6		5.279	462728	29516	2.050	1.731	0.000	
7		6.628	4731	429	1.091	4.035	0.000	
8		11.663	125136	1706	1.236	4.490	0.000	
9		22.782	35160	639	1.196	6.550	0.000	
Total			850252	44654				

2.3 ชาหอมมะลิ + แมงกระซอน

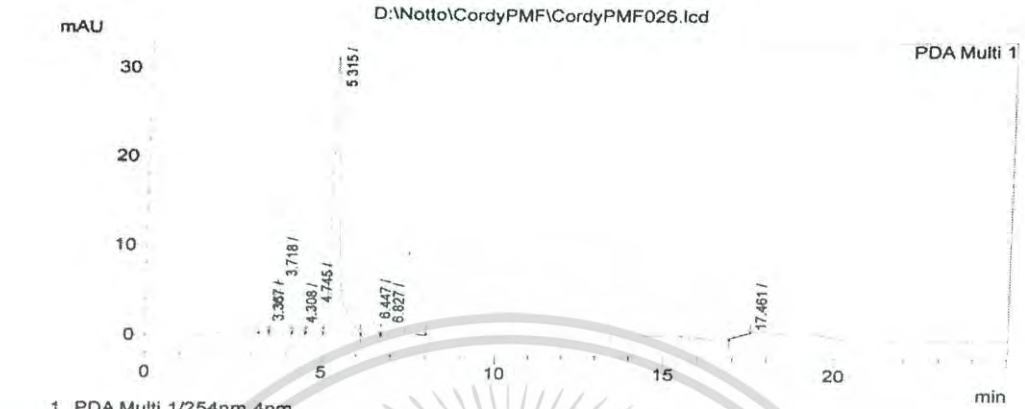


<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.369	12178	989	0.000	0.000	0.000	
2		3.707	89196	6196	0.000	0.922	0.000	
3		4.192	20681	1163	0.000	0.728	0.000	
4		4.589	42491	3401	0.000	0.606	0.000	
5		5.098	480041	32141	1.853	1.494	0.000	
6		6.507	3850	269	1.049	3.762	0.000	
7		8.595	57004	880	1.247	1.989	0.000	
8		15.726	83776	1068	0.000	3.725	0.000	
9		17.995	1649	36	0.542	1.636	0.000	
10		20.859	89944	1176	1.127	2.089	0.000	
Total			880810	47320				

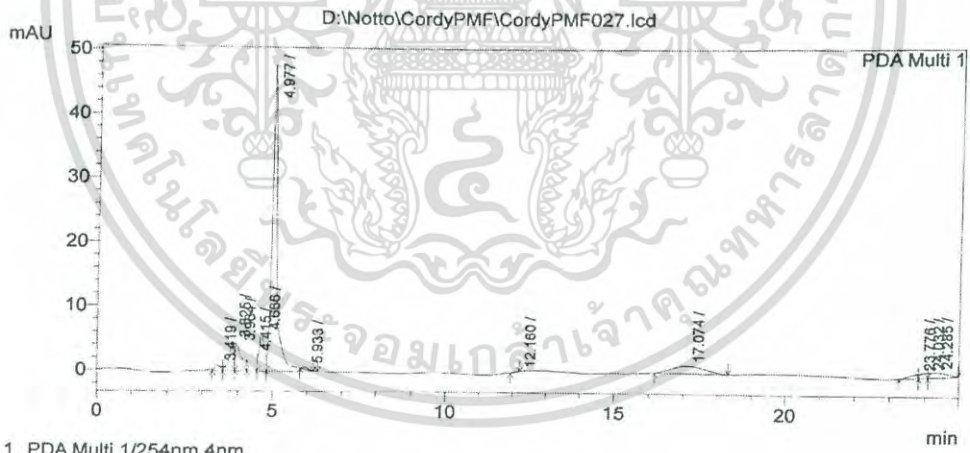
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ในเอกสารที่แนบมา ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางบริษัทฯ  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง (ต่อ)



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.367	8195	812	0.000	0.000	0.000	
2		3.718	86321	5821	0.000	1.031	0.000	
3		4.308	13489	892	0.000	0.683	0.000	
4		4.745	43179	3001	0.000	0.505	0.000	
5		5.315	478170	31307	1.858	1.593	0.000	
6		6.447	33291	1340	0.000	2.049	0.000	
7		6.827	35665	918	0.000	0.090	0.000	
8		17.461	1687	55	0.558	2.546	0.000	
Total			699998	43946				



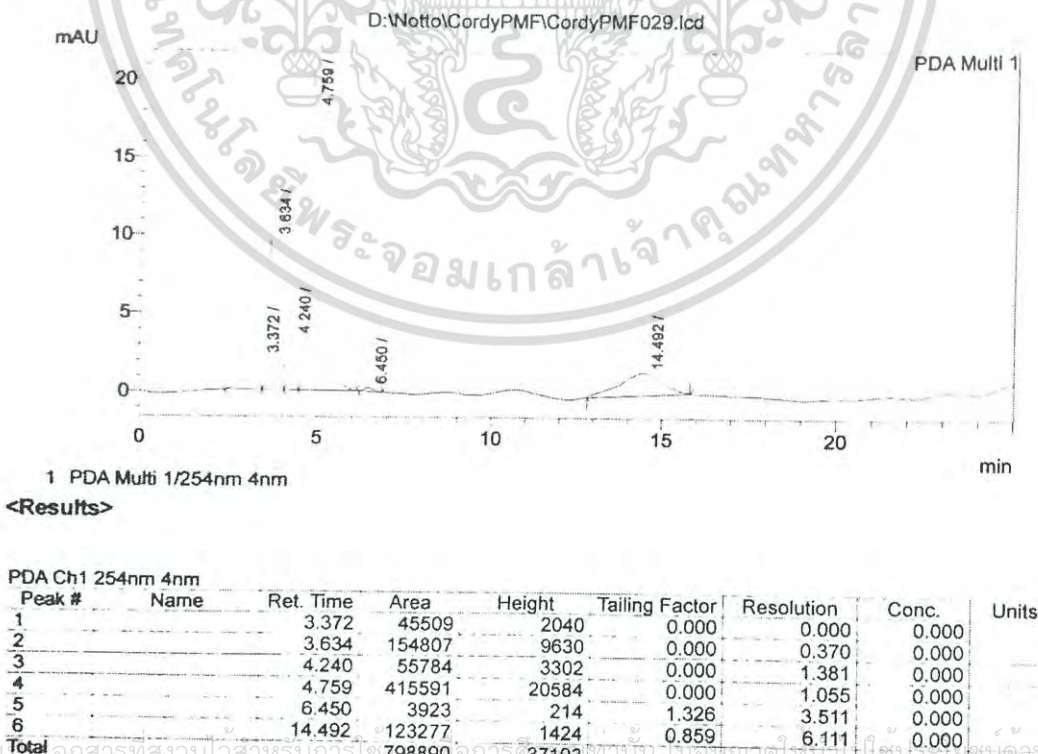
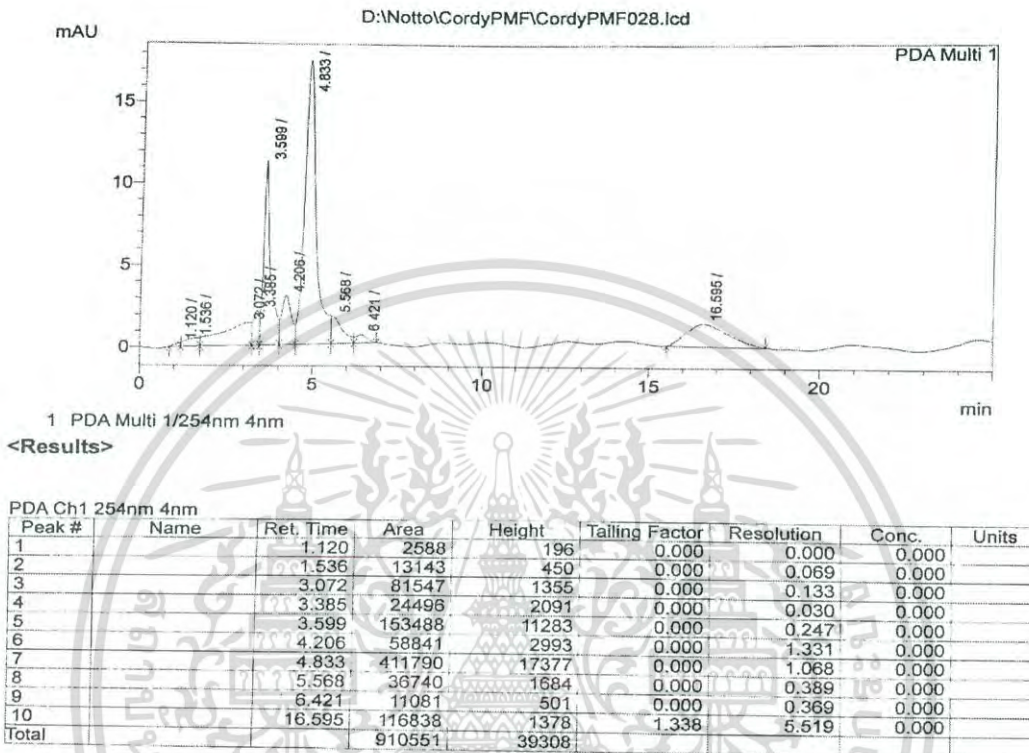
<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.419	10025	895	0.000	0.000	0.000	
2		3.825	44344	4579	0.000	0.987	0.000	
3		3.964	54306	4032	0.000	0.208	0.000	
4		4.415	35263	2508	0.000	0.582	0.000	
5		4.666	61053	5893	0.000	0.514	0.000	
6		4.977	509103	47985	1.738	1.129	0.000	
7		5.933	3466	296	1.338	3.329	0.000	
8		12.160	1055	73	0.615	21.089	0.000	
9		17.074	78927	1194	1.159	4.546	0.000	
10		23.776	10683	588	0.000	5.048	0.000	
11		24.032	11330	722	0.000	0.128	0.000	
12		24.285	25831	753	0.000	0.100	0.000	
Total			845386	69518				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ตามการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

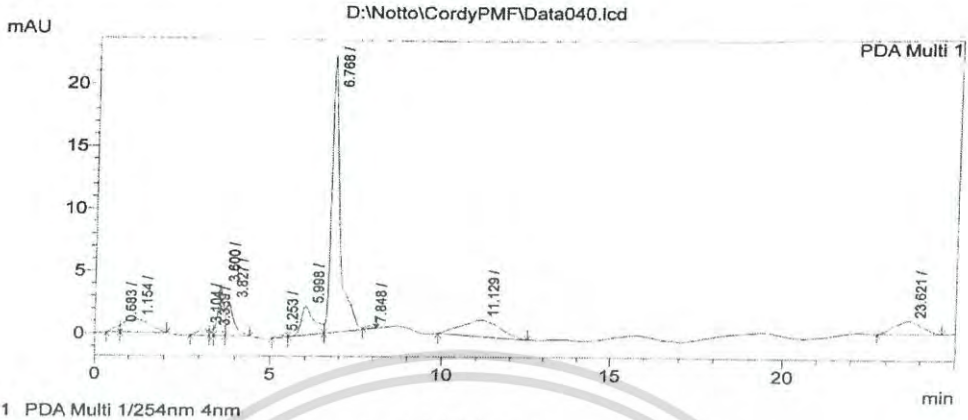
## ภาคผนวก ง (ต่อ)

### 2.4 ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

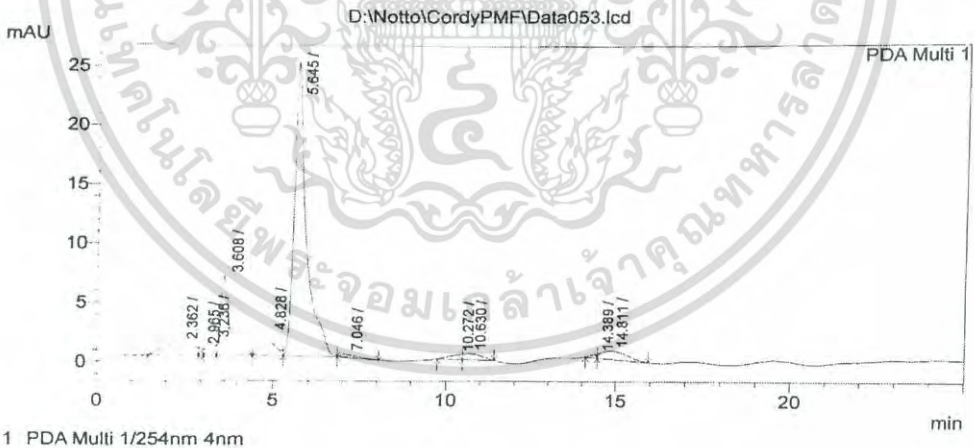
### ภาคผนวก ง (ต่อ)



1 PDA Multi 1/254nm 4nm  
<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		0.683	6124	485	0.000	0.000	0.000	
2		1.154	51323	1030	0.000	0.254	0.000	
3		3.104	10431	669	0.000	2.050	0.000	
4		3.339	3014	453	0.000	0.191	0.000	
5		3.600	45781	4049	0.000	0.219	0.000	
6		3.827	40359	2734	0.000	0.516	0.000	
7		5.253	3204	236	0.000	3.144	0.000	
8		5.998	58759	2271	0.000	1.520	0.000	
9		6.768	384025	22262	2.595	1.518	0.000	
10		7.848	1776	147	1.305	2.831	0.000	
11		11.129	103885	1322	1.026	2.718	0.000	
12		23.621	56774	1018	1.053	7.041	0.000	
Total			765456	36674				

2.5 ข้าวหอมมะลิ + จิงหรีด

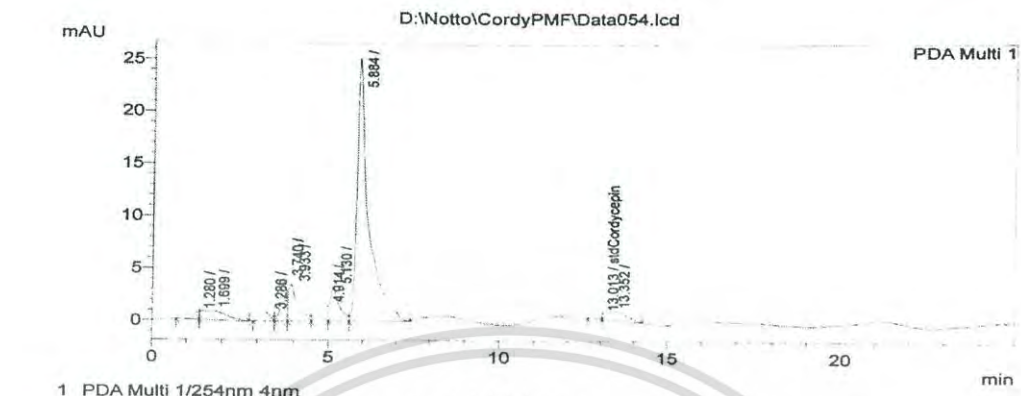


1 PDA Multi 1/254nm 4nm  
<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		2.362	55050	980	0.000	0.000	0.000	
2		2.965	4494	607	0.000	0.399	0.000	
3		3.236	18647	1173	0.000	0.342	0.000	
4		3.608	112851	6724	0.000	0.778	0.000	
5		4.828	44703	1860	0.000	2.448	0.000	
6		5.645	596295	24956	2.233	1.497	0.000	
7		7.046	7980	263	2.896	2.126	0.000	
8		10.272	10574	364	0.000	0.000	0.000	
9		10.630	18240	514	0.000	0.000	0.000	
10		14.389	3683	300	0.000	0.000	0.000	
11		14.811	37442	697	0.000	0.000	0.000	
Total			909959	38437				

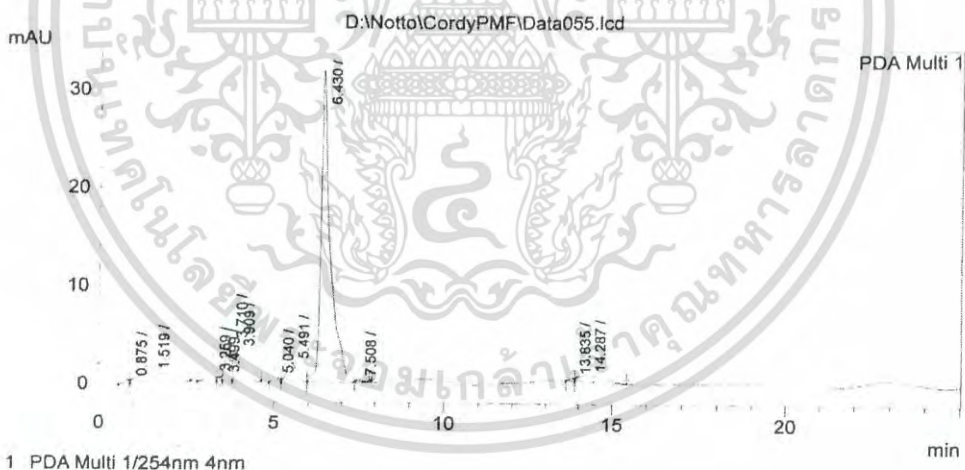
เอกสารนี้... เอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้... ในการตีพิมพ์เท่านั้น... ไม่ควรแก้ไข...  
 ไม่ควรแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง (ต่อ)



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		1.280	14487	674	0.000	0.000	0.000	
2		1.699	41840	868	0.000	0.000	0.000	
3		3.286	15689	824	0.000	1.266	0.000	
4		3.740	46048	4072	0.000	1.018	0.000	
5		3.933	61999	3496	0.000	0.356	0.000	
6		4.914	27228	1543	0.000	1.089	0.000	
7		5.130	57954	3296	0.000	0.273	0.000	
8		5.884	607611	25255	3.127	1.697	0.000	
9	stdCordycepin	13.013	7228	496	0.000	0.000	0.000	mg/L
10		13.352	38281	821	0.000	0.000	0.000	
Total			918365	41345				



<Results>

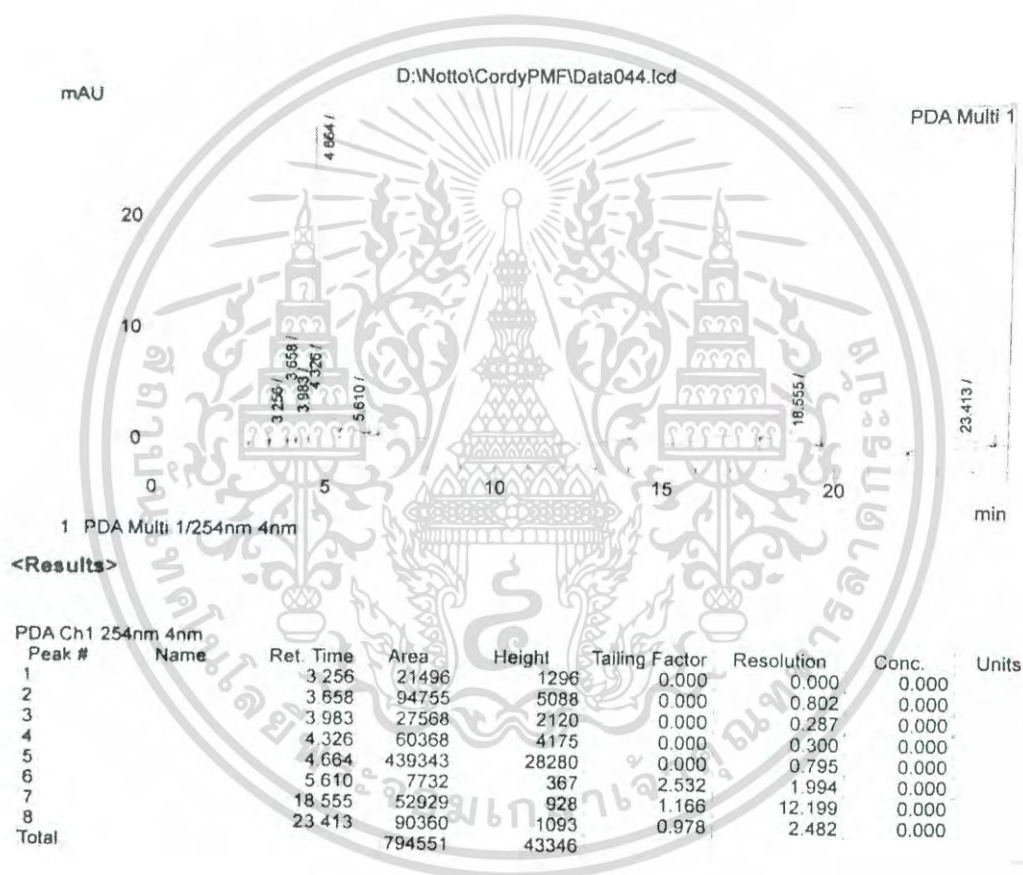
Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		0.875	3142	330	0.000	0.000	0.000	
2		1.519	61950	973	0.000	0.509	0.000	
3		3.259	10477	620	0.000	1.475	0.000	
4		3.499	4047	468	0.000	0.152	0.000	
5		3.710	42135	4009	0.000	0.137	0.000	
6		3.909	51398	3193	0.000	0.377	0.000	
7		5.040	6017	473	0.000	2.088	0.000	
8		5.491	46834	1954	0.000	0.929	0.000	
9		6.430	620651	32012	2.233	1.975	0.000	
10		7.508	1663	140	1.682	2.966	0.000	
11		13.835	2184	232	0.000	0.000	0.000	
12		14.287	32192	603	0.000	0.000	0.000	
Total			862689	45006				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง (ต่อ)

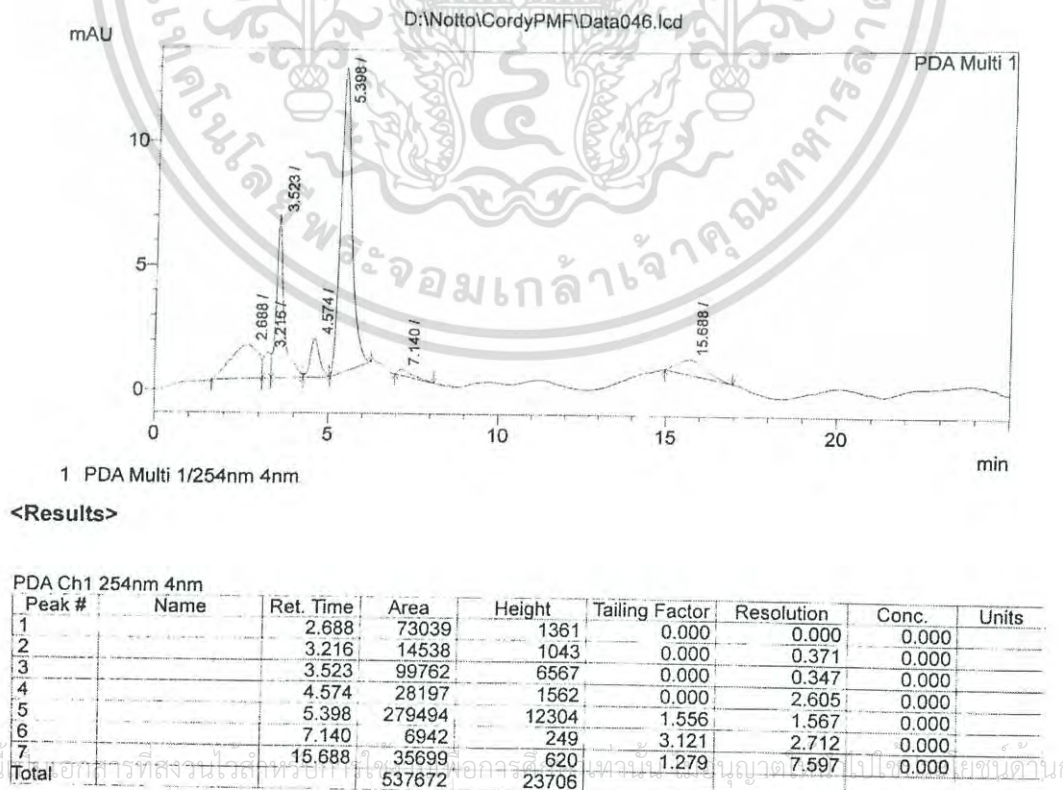
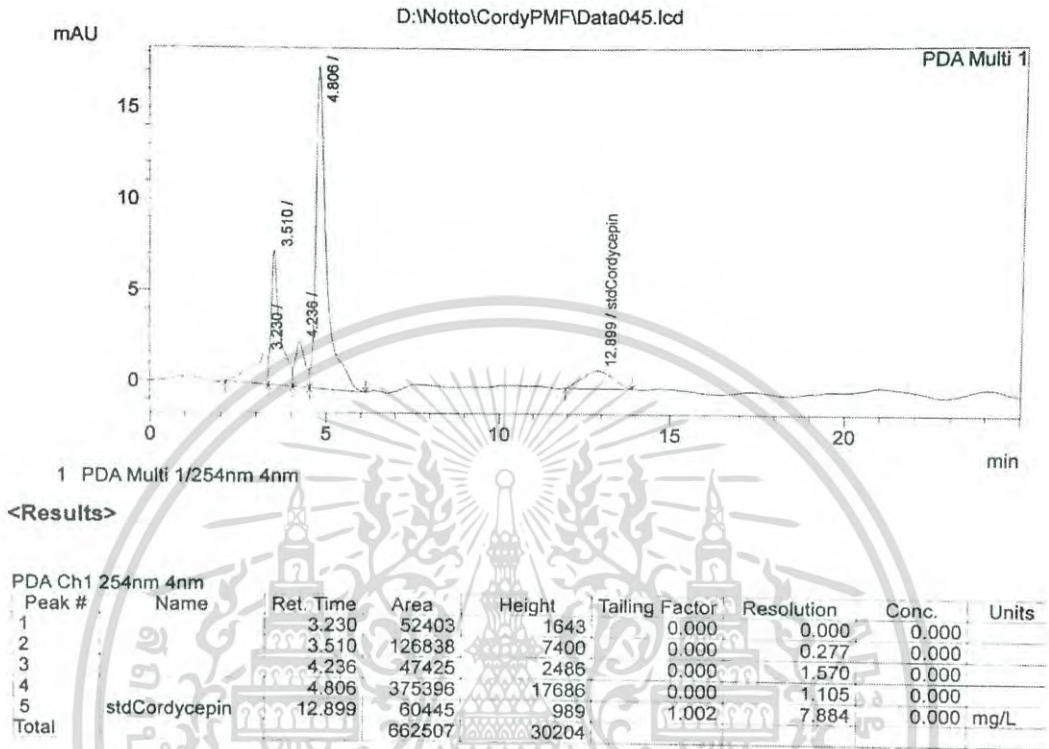
3. ภาพแสดงโครมาโทแกรมของสาร cordycepin ที่ได้จากการสกัดเห็ดถังเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงโดยสูตรอาหารชนิดต่างๆ ภายใต้การให้แสงไฟ LED สีขาว โดยใช้เครื่องโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูงในการวิเคราะห์ (ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ)

### 3.1 ข้าวหอมมะลิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง (ต่อ)

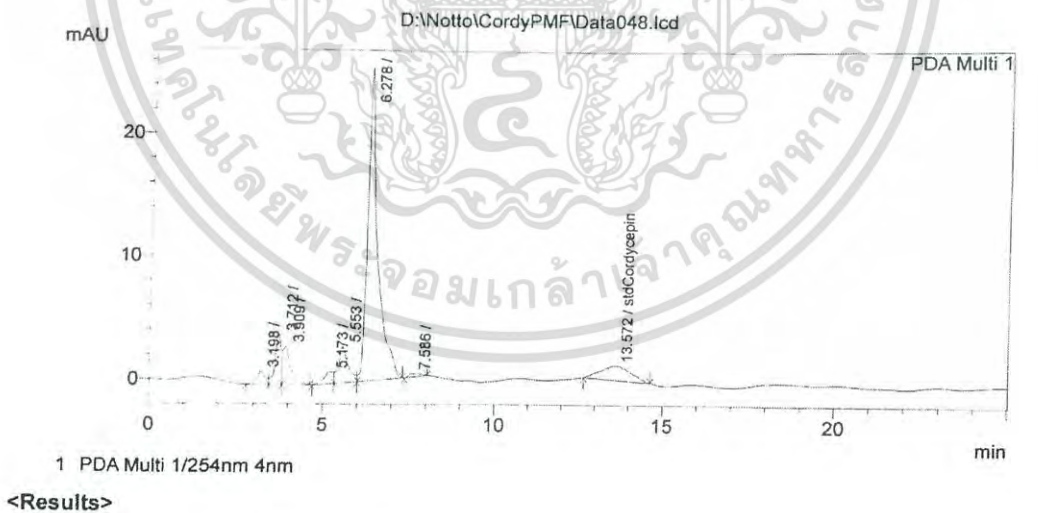
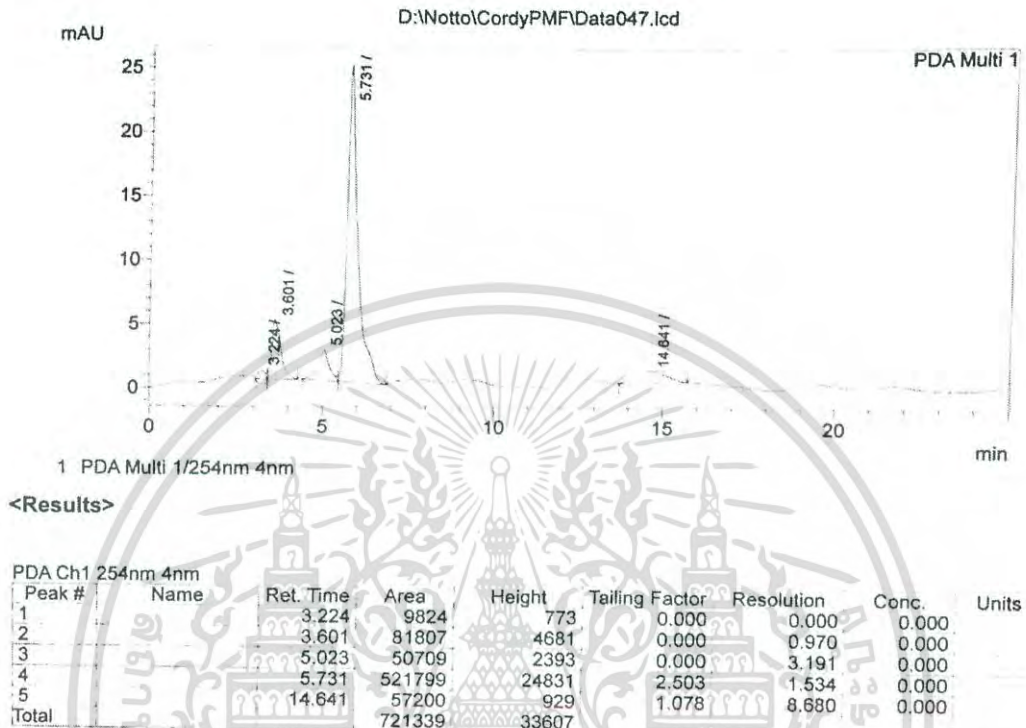


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในองค์กรเท่านั้น การอนุญาตให้ไปใช้ภายนอกจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการเจรจา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

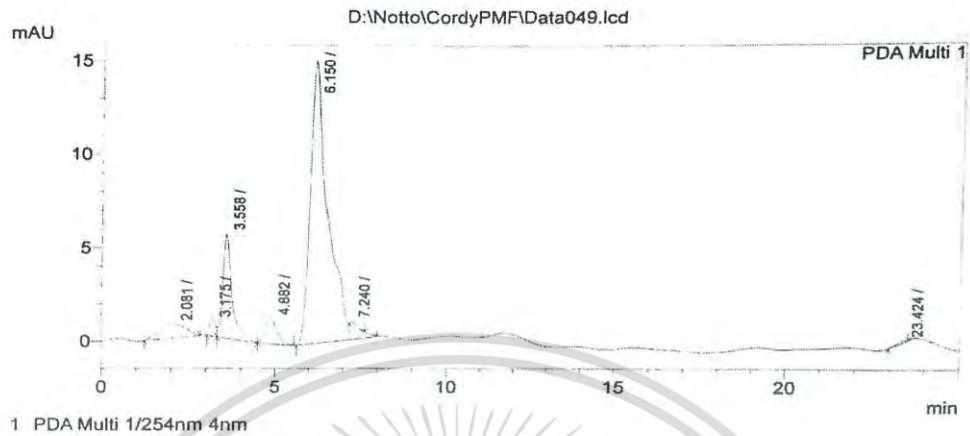
## ภาคผนวก ง (ต่อ)

### 3.2 ข้าวหอมมะลิ + ดักแด้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการค้า หากมีการตีพิมพ์หรือเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารจะถือว่าผิดกฎหมาย  
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

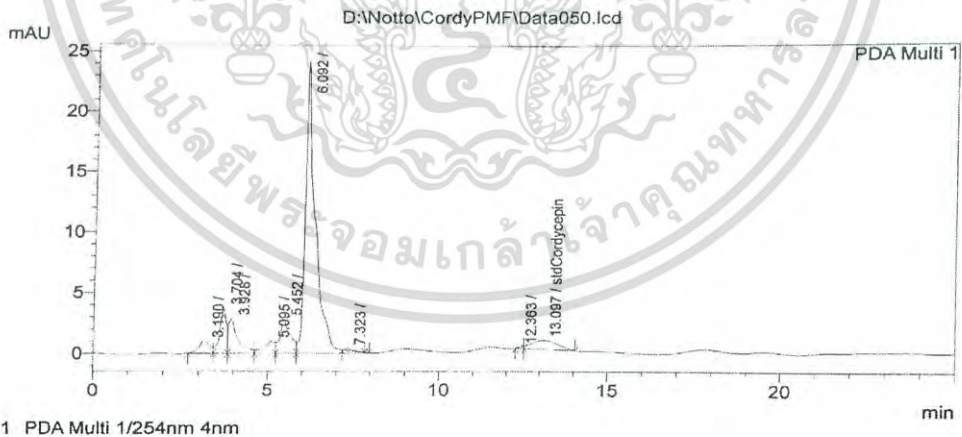
## ภาคผนวก ง (ต่อ)



**<Results>**

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		2.081	36612	728	0.958	0.000	0.000	
2		3.175	9353	812	0.000	1.216	0.000	
3		3.558	100079	5601	0.000	0.933	0.000	
4		4.882	31657	1358	1.169	2.526	0.000	
5		6.150	551310	15152	2.202	1.874	0.000	
6		7.240	3022	227	2.741	2.091	0.000	
7		23.424	1708	76	0.597	40.800	0.000	
<b>Total</b>			<b>733742</b>	<b>23953</b>				

3.3 ชางหอมมะลิ + แมงกระซอน



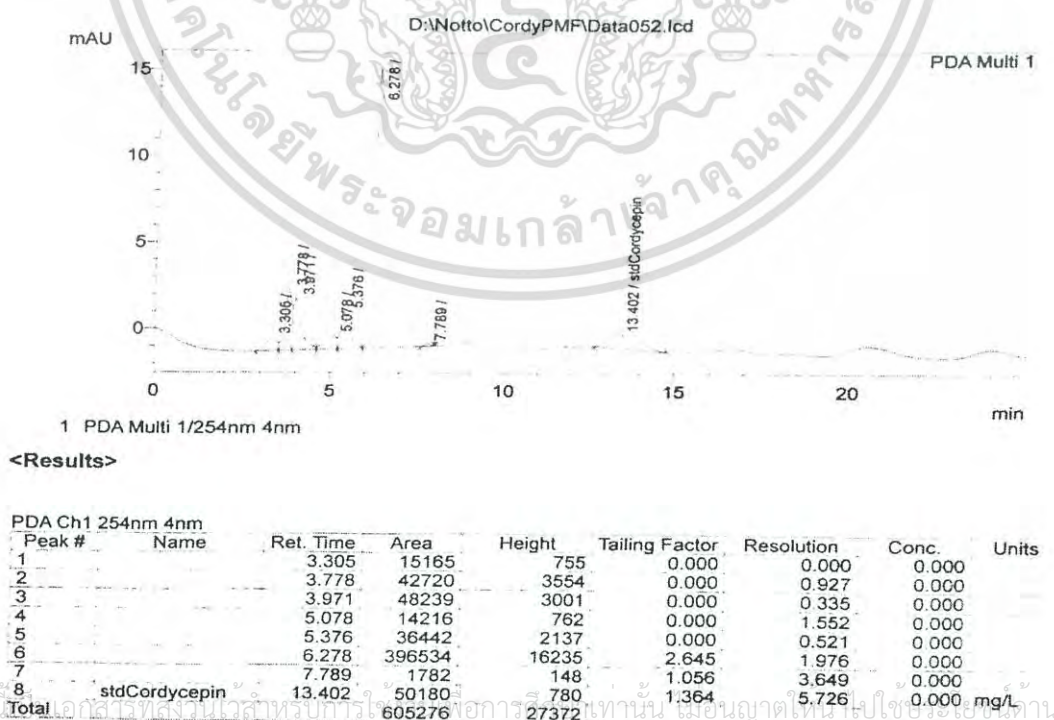
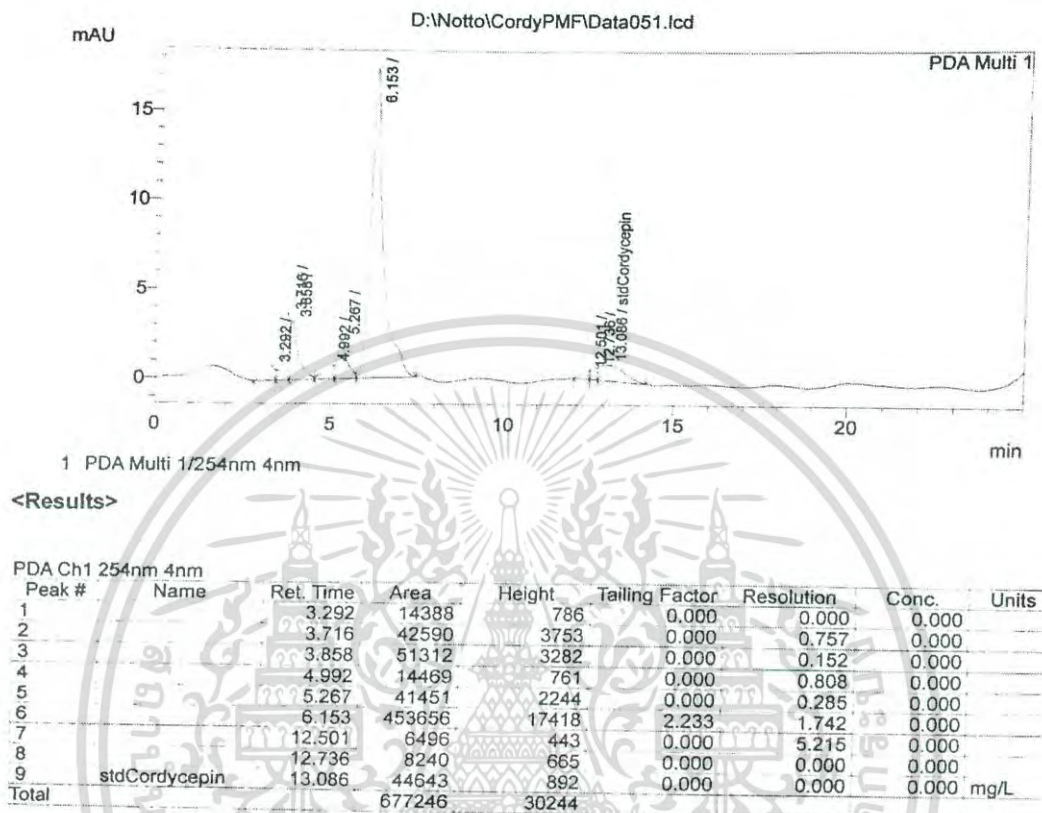
**<Results>**

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.190	21359	987	0.000	0.000	0.000	
2		3.704	47188	3726	0.000	1.133	0.000	
3		3.928	51603	2831	0.000	0.408	0.000	
4		5.095	21227	980	0.000	1.359	0.000	
5		5.452	57605	2818	0.000	0.479	0.000	
6		6.092	487638	24215	2.844	1.560	0.000	
7		7.323	2547	157	2.272	3.371	0.000	
8		12.363	1387	87	0.000	4.230	0.000	
9	stdCordycepin	13.097	37985	725	0.000	0.414	0.000	mg/L
<b>Total</b>			<b>728539</b>	<b>36527</b>				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้เชิงพาณิชย์ได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

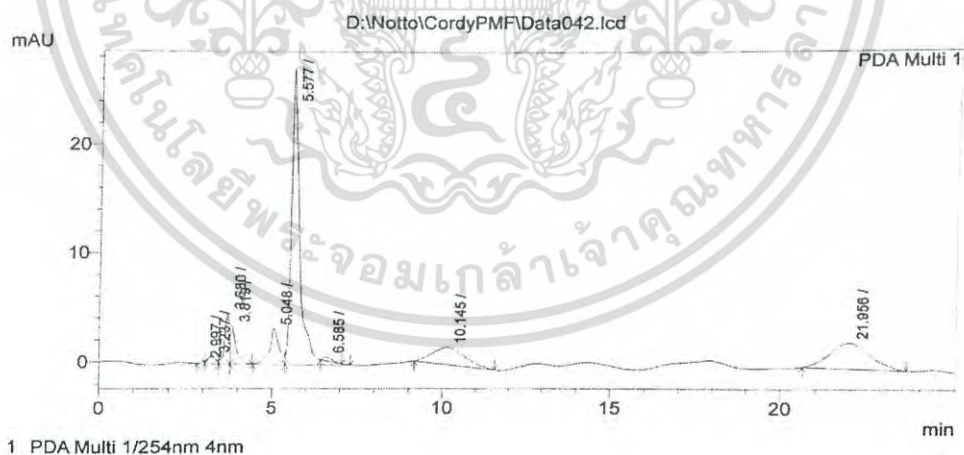
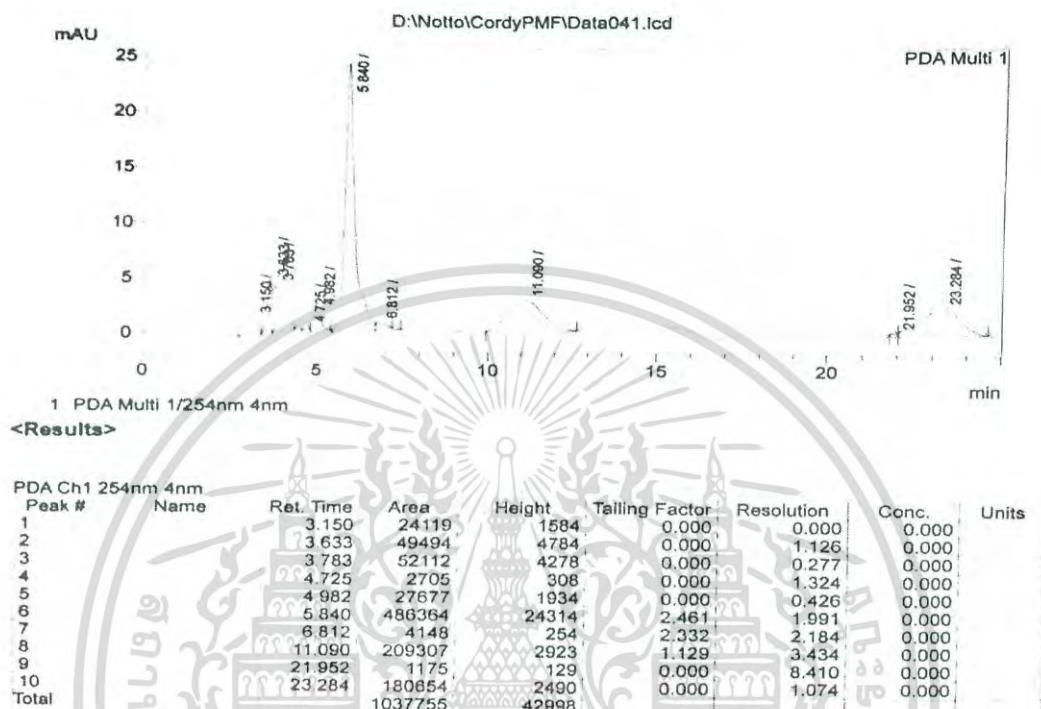
## ภาคผนวก ง (ต่อ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง (ต่อ)

## 3.4 ข้าวหอมมะลิ + หนอนไหม

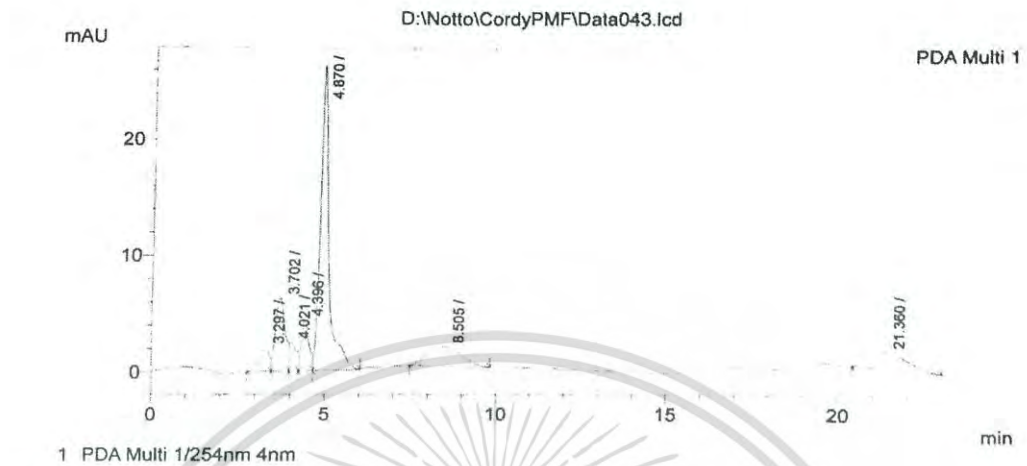


Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		2.997	1507	186	0.000	0.000	0.000	
2		3.237	10587	656	0.000	0.522	0.000	
3		3.680	44835	4669	0.000	1.023	0.000	
4		3.819	39306	3487	0.000	0.086	0.000	
5		5.046	63494	3276	0.000	0.759	0.000	
6		5.577	464054	27228	2.633	1.213	0.000	
7		6.585	5574	339	2.053	2.295	0.000	
8		10.145	106367	1574	1.183	3.037	0.000	
9		21.956	186009	2353	1.090	5.916	0.000	
Total			921732	43768				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะการวิจัยเท่านั้น และอนุญาตให้พิมพ์เผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

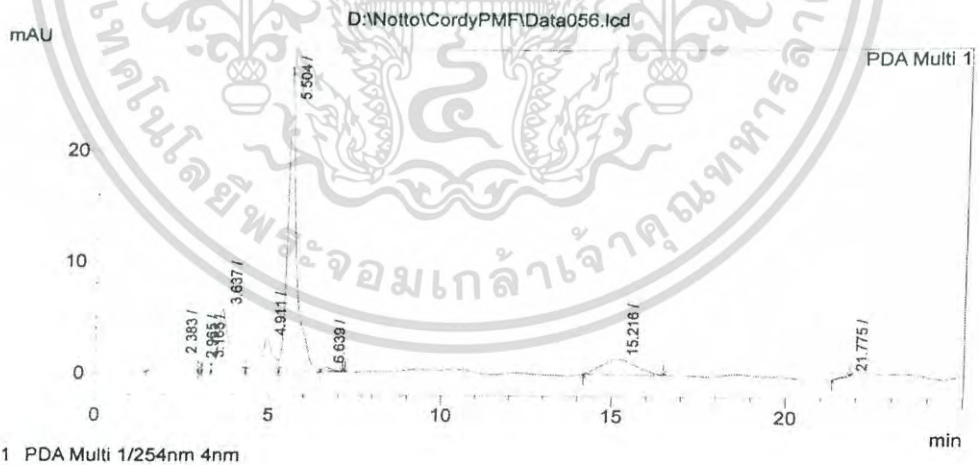
### ภาคผนวก ง (ต่อ)



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.297	34337	2036	0.000	0.000	0.000	
2		3.702	119174	6237	0.000	0.837	0.000	
3		4.021	33578	2401	0.000	0.161	0.000	
4		4.396	64866	4351	0.000	0.192	0.000	
5		4.870	452391	26333	0.000	1.151	0.000	
6		8.505	108859	1664	1.089	3.287	0.000	
7		21.360	105366	1437	1.285	6.619	0.000	
Total			918570	44458				

3.5 ข้าวหอมมะลิ + จังหวัด

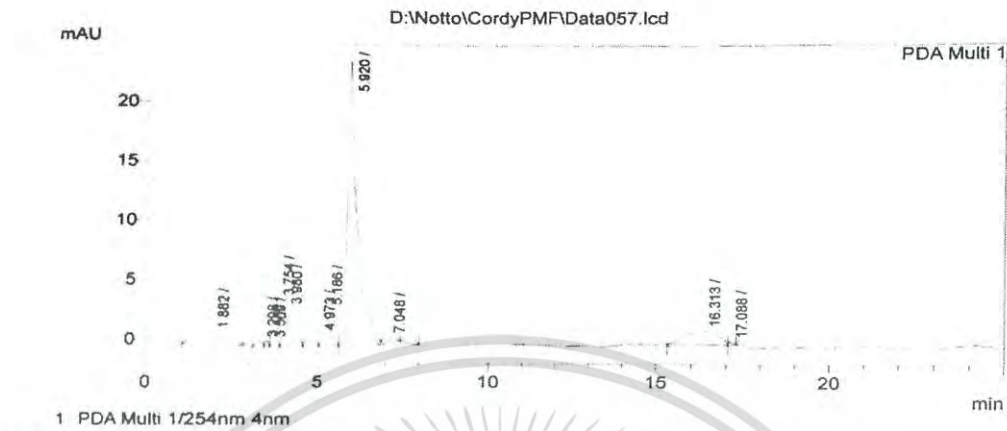


<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		2.383	70079	1192	0.000	0.000	0.000	
2		2.965	4264	783	0.000	0.298	0.000	
3		3.165	10870	849	0.000	0.183	0.000	
4		3.637	115178	5615	0.000	0.916	0.000	
5		4.911	68493	2910	0.000	2.545	0.000	
6		5.504	484900	27647	2.259	1.325	0.000	
7		6.639	4620	265	1.850	2.552	0.000	
8		15.216	95631	1369	1.070	7.120	0.000	
9		21.775	1799	113	0.560	5.535	0.000	
Total			855833	40742				

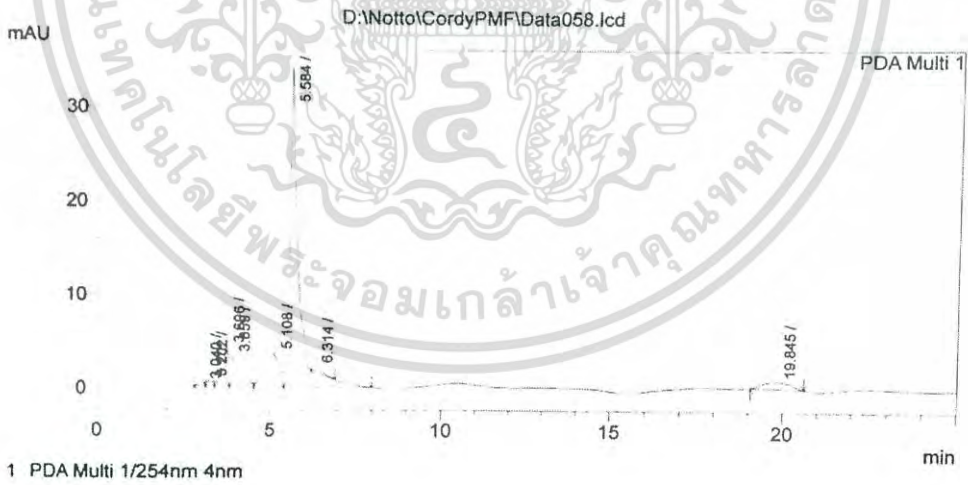
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษานั้นเท่านั้น กรุณาอย่าไปใช้เพื่อขณดานการคา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ง (ต่อ)



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		1.882	51873	972	1.060	0.000	0.000	
2		3.298	5089	383	0.000	1.582	0.000	
3		3.509	3163	341	0.000	0.214	0.000	
4		3.754	42253	3843	0.000	0.254	0.000	
5		3.980	54693	3123	0.000	0.467	0.000	
6		4.973	14911	953	0.000	1.095	0.000	
7		5.186	52048	3058	0.000	0.263	0.000	
8		5.920	488193	23992	2.347	1.838	0.000	
9		7.048	6686	359	0.000	2.271	0.000	
10		16.313	71535	1182	0.000	8.287	0.000	
11		17.088	1931	272	0.000	0.477	0.000	
Total			792374	38477				



<Results>

Peak #	Name	Ret. Time	Area	Height	Tailing Factor	Resolution	Conc.	Units
1		3.040	2932	271	0.000	0.000	0.000	
2		3.202	6628	508	0.000	0.301	0.000	
3		3.696	48438	4255	0.000	1.100	0.000	
4		3.859	53261	3209	0.000	0.215	0.000	
5		5.108	76918	3603	0.000	1.593	0.000	
6		5.584	618303	34309	3.714	1.026	0.000	
7		6.314	7501	437	3.216	1.467	0.000	
8		19.845	42149	777	0.989	13.365	0.000	
Total			856130	47370				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก จ

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Experiments in Completely Randomized Design (CRD) และ ANOVA วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Tukey's Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรม Minitab ในการวิเคราะห์

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูล ปริมาณน้ำหนักสด-แห้งของเห็ดถึงเข้าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

#### Comparisons for C4

Tukey Pairwise Comparisons: C1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping
----	---	------	----------

1	50	15.6832	A
---	----	---------	---

2	50	1.7534	B
---	----	--------	---

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping
----	---	------	----------

1	50	9.2410	A
---	----	--------	---

2	50	8.1956	B
---	----	--------	---

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C3

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C3	N	Mean	Grouping
----	---	------	----------

5	20	15.4265	A
---	----	---------	---

3	20	9.8555	B
---	----	--------	---

1	20	8.1020	C
---	----	--------	---

2	20	5.7325	D
---	----	--------	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 20 4.4750 E

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2

##### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping
-------	---	------	----------

1 1	25	16.5300	A
-----	----	---------	---

1 2	25	14.8364	B
-----	----	---------	---

2 1	25	1.9520	C
-----	----	--------	---

2 2	25	1.5548	D
-----	----	--------	---

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C3

##### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C3	N	Mean	Grouping
-------	---	------	----------

1 5	10	27.770	A
-----	----	--------	---

1 3	10	17.765	B
-----	----	--------	---

1 1	10	14.602	C
-----	----	--------	---

1 2	10	10.377	D
-----	----	--------	---

1 4	10	7.902	E
-----	----	-------	---

2 5	10	3.083	F
-----	----	-------	---

2 3	10	1.946	G
-----	----	-------	---

2 1	10	1.602	G H
-----	----	-------	-----

2 2	10	1.088	H
-----	----	-------	---

2 4	10	1.048	H
-----	----	-------	---

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### Tukey Pairwise Comparisons: C2\*C3

##### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2*C3	N	Mean	Grouping
-------	---	------	----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 5	10	16.859	A
1 5	10	13.994	B
1 3	10	12.343	C
1 1	10	9.455	D
2 3	10	7.368	E
2 2	10	6.909	E
2 1	10	6.749	E
1 4	10	5.857	F
1 2	10	4.556	G
2 4	10	3.093	H

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2\*C3

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2*C3	N	Mean	Grouping
1 2 5	5	30.530	A
1 1 5	5	25.010	B
1 1 3	5	22.234	C
1 1 1	5	17.012	D
1 2 3	5	13.296	E
1 2 2	5	12.640	E
1 2 1	5	12.192	E
1 1 4	5	10.280	F
1 1 2	5	8.114	G
1 2 4	5	5.524	H
2 2 5	5	3.188	I
2 1 5	5	2.978	I, J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 1 3	5	2.452	I J K
2 1 1	5	1.898	J K L
2 2 3	5	1.440	K L M
2 1 4	5	1.434	K L M
2 2 1	5	1.306	K L M
2 2 2	5	1.178	L M
2 1 2	5	0.998	L M
2 2 4	5	0.662	M

Means that do not share a letter are significantly different.

#### Descriptive Statistics: C4

Results for C1 = 1, C2 = 1

#### Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	17.012	0.365
	2	5	0	8.114	0.725
	3	5	0	22.234	0.546
	4	5	0	10.280	0.404
	5	5	0	25.010	0.496

Results for C1 = 1, C2 = 2

#### Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	12.192	0.617
	2	5	0	12.640	0.585
	3	5	0	13.296	0.851
	4	5	0	5.524	0.933
	5	5	0	30.530	0.868

Results for C1 = 2, C2 = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	1.8980	0.0988
	2	5	0	0.9980	0.0998
	3	5	0	2.452	0.332
	4	5	0	1.434	0.258
	5	5	0	2.978	0.348

Results for C1 = 2, C2 = 2

## Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	1.306	0.224
	2	5	0	1.1780	0.1375
	3	5	0	1.440	0.254
	4	5	0	0.6620	0.1246
	5	5	0	3.188	0.328

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนฟรุตติงบอดีที่ระดับความสูงต่างๆของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

## Comparisons for C4

Tukey Pairwise Comparisons: C1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping
2	50	122.14	A
1	50	73.62	B
3	50	4.28	C

*Means that do not share a letter are significantly different.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Tukey Pairwise Comparisons: C2

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping
2	75	78.92	A
1	75	54.44	B

Means that do not share a letter are significantly different.

## Tukey Pairwise Comparisons: C3

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C3	N	Mean	Grouping
5	30	86.6667	A
3	30	71.6667	B
2	30	59.5667	C
4	30	59.2000	C
1	30	56.3000	C

Means that do not share a letter are significantly different.

## Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping
2 2	25	136.56	A
2 1	25	107.72	B
1 2	25	98.84	C
1 1	25	48.40	D
3 1	25	7.20	E
3 2	25	1.36	E

Means that do not share a letter are significantly different.

## Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C3

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

เอกสารนี้ Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C1*C3	N	Mean	Grouping
2 5	10	153.3	A
2 2	10	133.3	B
2 3	10	130.0	B
2 1	10	110.1	C
1 5	10	101.9	C
1 4	10	88.2	D
2 4	10	84.0	D
1 3	10	80.8	D
1 1	10	56.5	E
1 2	10	40.7	F
3 4	10	5.4	G
3 5	10	4.8	G
3 2	10	4.7	G
3 3	10	4.2	G
3 1	10	2.3	G

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2\*C3

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2*C3	N	Mean	Grouping
2 5	15	119.800	A
1 3	15	80.800	B
2 1	15	80.400	B
2 2	15	70.667	B C
2 3	15	62.533	C D
2 4	15	61.200	C D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 4	15	57.200	D E
1 5	15	53.533	D E
1 2	15	48.467	E
1 1	15	32.200	F

Means that do not share a letter are significantly different.

### Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2\*C3

#### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2*C3	N	Mean	Grouping
2 2 5	5	179.8	A
1 2 5	5	177.8	A
2 1 3	5	166.2	A
2 2 2	5	164.4	A
2 2 1	5	159.6	A
2 1 5	5	126.8	B
2 1 2	5	102.2	C
1 2 4	5	98.0	C D
2 2 3	5	93.8	C D
1 2 3	5	93.2	C D
2 2 4	5	85.2	C D E
2 1 4	5	82.8	C D E
1 2 1	5	80.2	D E F
1 1 4	5	78.4	D E F
1 1 3	5	68.4	E F
2 1 1	5	60.6	F G
1 2 2	5	45.0	G H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 1 2	5	36.4	H
1 1 1	5	32.8	H
1 1 5	5	26.0	H I
3 1 4	5	10.4	I J
3 1 5	5	7.8	I J
3 1 3	5	7.8	I J
3 1 2	5	6.8	I J
3 1 1	5	3.2	J
3 2 2	5	2.6	J
3 2 5	5	1.8	J
3 2 1	5	1.4	J
3 2 3	5	0.6	J
3 2 4	5	0.4	J

Means that do not share a letter are significantly different.

#### Descriptive Statistics: C4

Results for C1 = 1, C2 = 1

#### Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	32.80	8.04
	2	5	0	36.40	8.08
	3	5	0	68.40	4.62
	4	5	0	78.40	9.07
	5	5	0	26.00	6.04

Results for C1 = 1, C2 = 2

#### Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
----------	----	---	----	------	-------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C4	1	5	0	80.20	7.92
	2	5	0	45.00	7.81
	3	5	0	93.20	8.93
	4	5	0	98.00	12.41
	5	5	0	177.80	6.22

Results for C1 = 2, C2 = 1

Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	60.60	7.33
	2	5	0	102.20	9.88
	3	5	0	166.20	7.09
	4	5	0	82.80	11.10
	5	5	0	126.80	6.06

Results for C1 = 2, C2 = 2

Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	159.60	20.55
	2	5	0	164.40	12.26
	3	5	0	93.80	10.71
	4	5	0	85.20	7.46
	5	5	0	179.80	14.64

Results for C1 = 3, C2 = 1

Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	3.20	3.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2	5	0	6.80	7.98
3	5	0	7.80	7.56
4	5	0	10.40	9.07
5	5	0	7.80	7.36

Results for C1 = 3, C2 = 2

#### Statistics

Variable	C3	N	N*	Mean	StDev
C4	1	5	0	1.400	2.191
	2	5	0	2.60	4.34
	3	5	0	0.600	1.342
	4	5	0	0.400	0.894
	5	5	0	1.80	3.03

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสารแอนติออกซิแดนซ์ของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

#### Comparisons for C4

Tukey Pairwise Comparisons: C1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping
6	30	42.7647	A
5	30	40.3743	B
4	30	38.8197	C
3	30	37.9203	D
2	30	36.9883	E
1	30	35.8753	F

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping
2	90	39.1330	A
1	90	38.4479	B

Means that do not share a letter are significantly different.

## Tukey Pairwise Comparisons: C3

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C3	N	Mean	Grouping
4	36	41.2472	A
5	36	40.5692	B
2	36	38.6603	C
1	36	37.7175	D
3	36	35.7581	E

Means that do not share a letter are significantly different.

## Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping
6 2	15	43.3460	A
6 1	15	42.1833	B
5 2	15	40.8587	C
5 1	15	39.8900	D
4 2	15	39.3173	E
3 2	15	38.3980	F
4 1	15	38.3220	F
3 1	15	37.4427	G
2 2	15	37.2660	G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 1	15	36.7107		H
1 1	15	36.1387		I
1 2	15	35.6120		J

Means that do not share a letter are significantly different.

#### Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C3

#### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C3	N	Mean	Grouping
6 4	6	46.6150	A
6 5	6	44.0900	B
5 4	6	42.9700	C
5 5	6	42.8300	C D
6 2	6	42.3117	D E
6 1	6	42.1933	E
4 4	6	41.4650	F
4 5	6	40.3967	G
3 4	6	40.3517	G
5 2	6	39.8433	G H
3 5	6	39.6967	H I
2 4	6	39.1600	J
5 1	6	39.0733	J
2 5	6	38.7783	J
6 3	6	38.6133	J
4 2	6	38.5900	J
1 5	6	37.6233	K
3 2	6	37.6133	K
4 1	6	37.5767	K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 2	6	37.3367	K L
5 3	6	37.1550	K L M
1 4	6	36.9217	L M
3 1	6	36.6400	M N
1 2	6	36.2667	N
4 3	6	36.0700	N O
2 1	6	35.6183	O P
3 3	6	35.3000	P
1 1	6	35.2033	P
2 3	6	34.0483	Q
1 3	6	33.3617	R

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2\*C3

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2*C3	N	Mean	Grouping
2 4	18	42.9256	A
2 5	18	42.3639	B
1 4	18	39.5689	C
1 2	18	39.3361	C
1 5	18	38.7744	D
1 1	18	38.4244	E
2 2	18	37.9844	F
2 1	18	37.0106	G
1 3	18	36.1356	H
2 3	18	35.3806	I

Means that do not share a letter are significantly different.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2\*C3

## Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	C3	Me	an	Grouping
6 2 4	3	49.1	533	A
6 2 5	3	47.0	433	B
5 2 5	3	45.5	433	C
5 2 4	3	44.4	700	D
6 1 4	3	44.0	767	D E
6 1 2	3	43.3	767	E F
4 2 4	3	43.2	233	E F
6 1 1	3	43.0	667	F G
3 2 4	3	42.1	700	G H
4 2 5	3	42.1	467	H I
5 1 4	3	41.4	700	H I J
6 2 1	3	41.3	200	H I J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 2 2	3	41.2	I J K
		467	
3 2 5	3	41.2	J K
		033	
6 1 5	3	41.1	J K
		367	
2 2 4	3	40.9	J K L
		433	
5 1 1	3	40.3	K L M
		833	
5 1 2	3	40.1	L M N
		567	
5 1 5	3	40.1	L M N
		167	
2 2 5	3	40.1	L M N
		067	
4 1 4	3	39.7	M N O
		067	
5 2 2	3	39.5	M N O P
		300	
6 1 3	3	39.2	N O P Q
		600	
4 1 2	3	39.0	O P Q R
		800	
4 1 5	3	38.6	P Q R S
		467	
3 1 4	3	38.5	Q R S
		333	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 1 5	3	38.1		R S T
		900		
1 2 5	3	38.1		S T
		400		
4 2 2	3	38.1		S T
		000		
4 1 1	3	38.0		S T U
		633		
3 1 2	3	38.0		S T U
		367		
6 2 3	3	37.9		S T U V
		667		
2 1 2	3	37.9		S T U V
		433		
5 2 1	3	37.7		S T U V W
		633		
1 2 4	3	37.5		T U V W X
		933		
2 1 5	3	37.4		T U V W X
		500		
1 1 2	3	37.4		T U V W X
		233		
2 1 4	3	37.3		T U V W X
		767		
5 1 3	3	37.3		T U V W X
		233		
3 2 2	3	37.1		U V W X
		900		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 1 1	3	37.1	V W X
		167	
1 1 5	3	37.1	V W X
		067	
4 2 1	3	37.0	V W X
		900	
5 2 3	3	36.9	W X
		867	
2 2 2	3	36.7	X
		300	
1 1 4	3	36.2	
		500	
2 1 1	3	36.1	
		767	
3 2 1	3	36.1	
		633	
4 1 3	3	36.1	
		133	
4 2 3	3	36.0	
		267	
1 1 1	3	35.7	
		400	
3 1 3	3	35.3	
		367	
3 2 3	3	35.2	
		633	
1 2 2	3	35.1	
		100	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 2 1	3	35.0
		600
1 2 1	3	34.6
		667
2 1 3	3	34.6
		067
1 1 3	3	34.1
		733
2 2 3	3	33.4
		900
1 2 3	3	32.5
		500
C1*C2*C3		
<hr/>		
6 2 4		
6 2 5		
5 2 5		
5 2 4		
6 1 4		
6 1 2		
4 2 4		
6 1 1		
3 2 4		
4 2 5		
5 1 4		
6 2 1		
6 2 2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 2 5  
 6 1 5  
 2 2 4  
 5 1 1  
 5 1 2  
 5 1 5  
 2 2 5  
 4 1 4  
 5 2 2  
 6 1 3  
 4 1 2  
 4 1 5  
 3 1 4  
 3 1 5  
 1 2 5  
 4 2 2  
 4 1 1  
 3 1 2  
 6 2 3  
 2 1 2  
 5 2 1  
 1 2 4  
 2 1 5  
 1 1 2  
 2 1 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 1 3	
3 2 2	
3 1 1	Y
1 1 5	Y
4 2 1	Y
5 2 3	Y Z
2 2 2	Y Z AA
1 1 4	Y Z AA AB
2 1 1	Z AA AB AC
3 2 1	Z AA AB AC AD
4 1 3	Z AA AB AC AD
4 2 3	AA AB AC AD
1 1 1	AB AC AD AE
3 1 3	AC AD AE AF
3 2 3	AD AE AF
1 2 2	AE AF
2 2 1	AE AF AG
1 2 1	AF AG
2 1 3	AF AG
1 1 3	AG AH
2 2 3	AH
1 2 3	AI

*Means that do not share a letter are significantly different.*

#### 1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณสาร Cordycepin ของเห็ดถึงเช่าสีทอง ที่แสงไฟ LED สีขาว และ LED สีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Comparisons for C3

Tukey Pairwise Comparisons: C1

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1	N	Mean	Grouping
2	6	2.29833	A
4	6	2.19233	A
5	6	2.16767	A
3	6	2.04567	A
1	6	1.59267	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C2

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C2	N	Mean	Grouping
1	15	2.15467	A
2	15	1.96400	B

Means that do not share a letter are significantly different.

Tukey Pairwise Comparisons: C1\*C2

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

C1*C2	N	Mean	Grouping
4 1	3	2.58167	A
2 2	3	2.31133	A B
5 1	3	2.28833	A B C
2 1	3	2.28533	A B C
3 2	3	2.12767	A B C D
5 2	3	2.04700	B C D
3 1	3	1.96367	B C D E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 1	3	1.65433	D E
1 2	3	1.53100	E

*Means that do not share a letter are significantly different.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้