# ผลของสารสกัดสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684

# INHIBITION OF GROWTH AND AFLATOXIN PRODUCTION OF *APERGILLUS FLAVUS* IMI 242684 BY MEDICINAL PLANT EXTRACTS

T049616

ปนัดดา ปรักเจริญ

PANATDA PRUGCHAROEN

เลขหมู่.........................
เลขทะเบียน 49616
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

.b.........................
.i.........................

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-538-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# INHIBITION OF GROWTH AND AFLATOXIN PRODUCTION OF *APERGILLUS FLAVUS* IMI 242684 BY MEDICINAL PLANT EXTRACTS

PANATDA PRUGCHAROEN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2003

ISBN 974-324-538-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | ผลของสารสกัดสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 |
| **นักศึกษา** | นางสาวปนัดดา ปรักเจริญ |
| **รหัสประจำตัว** | 41065216 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เทคโนโลยีชีวภาพ |
| **พ.ศ.** | 2546 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | รศ. ดร. ดุษณี ธณะบริพัฒน์ |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม** | ผศ. วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี |

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA พบว่าสมุนไพรทั้ง 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ส่วนสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงที่สุด รองลงมาคือ ผักชีฝรั่ง ยอ และชะพลู ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวและกานพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกันและมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราน้อยที่สุด เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบว่าพลูระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และเมื่อศึกษาการยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพด พบว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 6 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เมื่อนำพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไปทดสอบการยับยั้งการเจริญกับเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA พบว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดต่อการยับยั้งการเจริญ คือ10 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Inhibition of Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus flavus* IMI 242684 by Medicinal Plant Extracts |
| **Student** | Miss Panatda Prugcharoen |
| **Student ID** | 41065216 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Programme** | Biotechnology |
| **Year** | 2003 |
| **Thesis Advisor** | Assoc. Prof. Dr. Dusanee Thanaboripat |
| **Thesis Co-advisor** | Asst. Prof. Vararat Ruangrattanametee |

## ABSTRACT

The inhibitory effect of aqueous and ethanol extracts of 25 medicinal plants was tested for their ability on growth inhibition of *Aspergillus flavus* IMI 242684 on PDA. The result showed that aqueous extracts did not inhibit the growth of *Aspergillus flavus* whereas ethanol extract of *Piper betle* gave the highest inhibition followed by crude ethanol extracts of *Eryngium foetidum, Morinda citrifolia, Piper sarmentosum, Rashanus sativus* and *Syzygium aromaticum*, respectively. The crude ethanol extract of *Piper betle* at 10 % (w/v) was the optimum concentration for inhibiting fungal growth on PDA whereas the optimum condition for controlling sporulation and aflatoxin production in corn was 6 % (w/w) and the best concentration for inhibiting other fungi on PDA was 10 % (w/v).

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จได้ เพราะได้รับคำแนะนำปรึกษา ตรวจและแก้ไขรูปเล่ม จาก รศ. ดร. ดุษณี ธนะบริพัฒน์ และ ผศ. วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. อุ่นเรือน เพชราวัลย์ รศ. ดร นวลพรรณ ณ ระนอง และ ผศ. นวรัตน์ ปานแย้ม ที่ได้เสนอแนะสิ่งที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ที่อำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่ น้อง และคุณนิคม คำหงษ์ ที่ได้สนับสนุนการศึกษา ห่วงใยและให้กำลังใจมาตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปนัดดา ปรักเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญตาราง | VIII |
| สารบัญรูป | X |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน | 4 |
| 2.2 เชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน | 4 |
| 2.3 การกำหนดค่าของอะฟลาทอกซิน | 6 |
| 2.4 ชนิดและคุณสมบัติของอะฟลาทอกซิน | 7 |
| 2.5 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน | 9 |
| 2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา | 11 |
| 2.6.1 ชนิดของเชื้อรา | 11 |
| 2.6.2 สารอาหาร | 12 |
| 2.6.3 ปฏิกิริยาระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ | 13 |
| 2.6.4 ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ | 13 |
| 2.6.5 อุณหภูมิและระยะเวลา | 13 |
| 2.6.6 ปัจจัยอื่นๆ | 14 |
| 2.7 วิธีควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน | 15 |
| 2.7.1 วิธีทางกายภาพ | 15 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.7.2 วิธีทางชีววิทยา....................................................16
2.7.3 วิธีทางเคมี....................................................17
2.8 สมุนไพร....................................................19
2.8.1 องค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพร....................................................19
2.8.2 ส่วนของพืชที่ใช้ทำยา....................................................22
2.8.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของสมุนไพร....................................................23
2.8.3.1 ระยะเวลาเก็บเกี่ยว....................................................23
2.8.3.2 การแปรรูปและการเก็บรักษาสมุนไพร....................................................23
2.8.3.3 อายุของสมุนไพร....................................................24
2.9 การสกัดสารสำคัญจากพืช....................................................24
2.10 การเลือกใช้ตัวทำละลาย....................................................25
2.11 องค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึงในการสกัดสมุนไพร....................................................26
2.12 การควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซินโดยสมุนไพร....................................................27

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง....................................................32
3.1 จุลินทรีย์....................................................32
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี....................................................32
3.3 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง....................................................34
3.4 การเตรียมสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684....................................................34
3.5 วิธีสกัดสมุนไพร....................................................34
3.6 การเตรียมเชื้อราในจานเพาะเชื้อ....................................................35
3.7 การหาความชื้นในเมล็ดข้าวโพด....................................................35
3.8 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ....................................................35
3.9 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.8 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ....................................................36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.10 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.9 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ……………37

3.10.1 การนับจำนวนสปอร์ของเชื้อรา……………………………………37

3.10.2 การสกัดอะฟลาทอกซิน……………………………………………37

3.10.3 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินในข้าวโพดโดยใช้ เครื่อง HPLC…………………………………………………… 38

3.11 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.8 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ………………………………………………...38

3.12 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ………………………………………………...39

3.13 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.12 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ………………………………………………...39

3.14 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.13 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ……..…..40

3.15 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.12 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดอื่นๆ บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ………………………………………………...40

บทที่ 4 ผลการทดลอง……………………………………………………………… 41

4.1 ผลการทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA………………………41

4.2 ผลการทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA……..…43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมุนไพร 6 ชนิด ที่ให้ผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA.....45

4.4 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ..... 48

4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA..... 50

4.6 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งเจริญและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด..... 53

4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์เชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด .....56

4.8 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด .....59

4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ..... 61

4.10 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา บนอาหาร PDA.....64

4.11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA .....66

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....69

บรรณานุกรม.....74

ภาคผนวก ก ข้อมูลการวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน..... 88

ภาคผนวก ข สมุนไพร..... 93

ประวัติผู้เขียน.....118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่ยอมให้มีการปนเปื้อนได้ในประเทศต่างๆ ................ | 7 |
| 2.2 | องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากพืชซึ่งใช้ตัวทำละลายชนิดต่างๆ.............................. | 27 |
| 4.1 | ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิดที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์.......... | 43 |
| 4.2 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของสมุนไพร 6 ชนิด............. | 45 |
| 4.3 | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 โดยสมุนไพร 6 ชนิด........................................................ | 46 |
| 4.4 | ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ........................................ | 48 |
| 4.5 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavius* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ................................................................................................ | 50 |
| 4.6 | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ บนอาหาร PDA..................... | 51 |
| 4.7 | การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในมล็ดข้าวโพด โดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ................................................................................................ | 54 |
| 4.8 | จำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ................................................................................ | 55 |
| 4.9 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า log จำนวนสปอร์ต่อกรัม ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในมล็ดข้าวโพดโดยโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ........................ | 57 |
| 4.10 | ค่าเฉลี่ย log ของจำนวนสปอร์ต่อกรัมที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ................................................ | 57 |
| 4.11 | ความเข้มข้นของอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม)ที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ............................. | 60 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.12 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้น(ไมโครกรัมต่อกรัม)ของอะฟลาทอกซิน ที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 61 |
| 4.13 | ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น(ไมโครกรัมต่อกรัม)ของอะฟลาทอกซิน ที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 62 |
| 4.14 | ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 64 |
| 4.15 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 66 |
| 4.16 | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 67 |
| ก-1 | พื้นที่พีกอะฟลาทอกซินที่เชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 สร้างในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 92 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | ลักษณะ conidiophores ของเชื้อรา *Aspergillus* sp. | 6 |
| 2.2 | สูตรโครงสร้างของอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ | 8 |
| 4.1 | ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ | 42 |
| 4.2 | ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ | 44 |
| 4.3 | กราฟเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอหาร PDA โดยสมุนไพร 6 ชนิด | 47 |
| 4.4 | ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 49 |
| 4.5 | กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 52 |
| 4.6 | กราฟแสดงผลการยับยั้งการะสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 58 |
| 4.7 | กราฟแสดงผลการยับยั้งสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 63 |
| 4.8 | ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* S.156, *A. flavus* M.113 และ *A. parasiticus* IMI 102566 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 65 |
| 4.9 | กราฟผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 68 |
| ก-1 | โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC | 88 |
| ก-2 | โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด $B_2$ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC | 89 |
| ก-3 | กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด$B_1$ | 90 |
| ก-4 | กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด$B_2$ | 91 |
| ข-1 | กระเจี๊ยบ | 93 |
| ข-2 | กัลปพฤกษ์ | 94 |
| ข-3 | กานพลู | 95 |
| ข-4 | ขมิ้นชัน | 96 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข-5 ชะพลู.......97
ข-6 ทับทิม.......98
ข-7 บัวบก.......99
ข-8 ผกากรอง.......100
ข-9 ผักกาดหัว.......101
ข-10 ผักชีฝรั่ง.......102
ข-11 พริกไทย.......103
ข-10 พลู.......104
ข-13 แพงพวยน้ำ.......105
ข-14 แพงพวยฝรั่ง.......106
ข-15 มะเขือเทศ.......107
ข-16 มะระขี้นก.......108
ข-17 มังคุด.......109
ข-18 ยอ.......110
ข-19 ยูคาลิปตัส.......111
ข-20 รางจืด.......112
ข-21 ส้มเขียวหวาน.......113
ข-22 สาบเสือ.......114
ข-23 หนอนตายหยาก.......115
ข-24 หมาก.......116
ข-25 ห่อมหัวใหญ่.......117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษที่สร้างขึ้นโดยเชื้อรา เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็ง ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ เกิดความผิดปกติของทารกในครรภ์ และยังเป็นพิษต่อตับด้วย (Dvorackava. 1990) เชื้อราจะเจริญได้ดีในผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด เช่น ข้าวโพด ถั่วลิสง ถั่วเปลือกแข็งชนิดต่างๆ การเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราต้องการความชื้นสูง อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญและสร้างสารพิษจะอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส อะฟลาทอกซินที่พบเสมอในธรรมชาติมี 4 ชนิด คือ $B_1$, $B_2$, $G_1$ และ $G_2$ นอกจากนี้ยังพบอะฟลาทอกซินชนิด $M_1$ และ $M_2$ ในน้ำนมและปัสสาวะของสัตว์ที่บริโภคอาหารสัตว์ที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. 2539-2543 ; มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544 ; อรุณศรี วงค์อุไร. 2540) ความรุนแรงของพิษขึ้นอยู่กับชนิดของอะฟลาทอกซิน ปริมาณที่ได้รับ ระยะเวลา อายุ และเพศ อะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ มีความเป็นพิษสูงสุดและตรวจพบมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ $G_1$, $B_2$ และ $G_2$ ตามลำดับ (อรุณศรี วงค์อุไร. 2540 ; ธีรยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว. 2524) อาการที่พบอาจเป็นทั้งแบบเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรัง

ทิพยา ปาณะโตษะ (2530) เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากถั่ว 182 ตัวอย่างมาวิเคราะห์หาอะฟลาทอกซิน พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วลิสงมีปริมาณอะฟลาทอกซินปนเปื้อนเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด โดยเฉพาะถั่วลิสงป่นมีการปนเปื้อนเกินกว่ามาตรฐานถึงร้อยละ 55.10 ส่วนอาหารสำเร็จรูปที่ทำจากถั่วเขียวไม่พบการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน Hourasia (1995) นำตัวอย่างสมุนไพร 12 ชนิด ที่ใช้เตรียมยามาตรวจหาอะฟลาทอกซิน พบว่าปนเปื้อนอะฟลาทอกซินถึงร้อยละ 54 และจากการแยกเชื้อพบเชื้อรา *A. flavus* 95 isolate, *A. parasiticus* 11 isolate, *A. ochraceus* 75 isolate และ *Fusarium oxysporum* 63 isolate เชื้อราที่แยกได้แต่ละชนิด พบว่า สามารถสร้างสารพิษได้ 42, 45, 16 และ 26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราโดยเฉพาะในผลผลิตทางการเกษตร ส่งผลกระทบอย่างยิ่งต่อสุขภาพของคนและสัตว์ที่ได้รับสารพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม หรือแม้แต่เป็นเหตุผลให้เกิดข้อกีดกันทางการค้ากับการส่งออกผลผลิตทางการเกษตร หรือสินค้าแปรรูปต่างๆ ที่อาจปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน ดังนั้นปัจจุบันสารพิษอะฟลาทอกซินจึงได้รับความสนใจศึกษากันมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อหาวิธียับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรธรรมชาติ สมุนไพรเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีในประเทศเป็นจำนวนมากและนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขวาง เนื่องจากสมุนไพรประกอบด้วยสารหลายชนิด ทั้งอินทรีย์สาร วิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ และเกลือแร่ต่างๆ ซึ่งจะแปรสภาพไปเป็นพลังงาน เพื่อกระตุ้นและแสดงปฏิกิริยาต่อต้านการทำลายของเชื้อโรคและจุลินทรีย์ต่างๆ ให้หยุดการเจริญเติบโต Shelet (1983) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียแกรมบวก ยีสต์ และรา โดยกระเทียม หอมหัวใหญ่ อบเชย กานพลู ไทม์ sage และเครื่องเทศอื่นๆ ในอาหารหมักดอง ขนมปัง ข้าว และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่าองค์ประกอบของ ไขมัน โปรตีน น้ำ และเกลือ ที่มีอยู่ในอาหารเหล่านี้ เมื่อผสมเครื่องเทศลงไปจะสามารถต้านทานจุลินทรีย์ได้ และพบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศมีผลอย่างยิ่งต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารมากกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ เกสร นันทจิต (2535) พบว่าความเข้มข้นต่ำสุดของโป๊ยกั๊กที่สกัดด้วยเอทานอลที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *A. flavus* ได้ คือ 2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้นสมุนไพรจึงได้รับความสนใจนำมาศึกษาการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในงานวิจัยครั้งนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาชนิดของสารสกัดสมุนไพรที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
2. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
3. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด
4. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. เป็นการศึกษาการสกัดสมุนไพรโดยใช้น้ำและเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
2. เป็นการศึกษาการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดโดยใช้สมุนไพรในระดับห้องปฏิบัติการ

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบชนิดของสารสกัดสมุนไพรที่มีอิทธพิลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

2. ทราบระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

3. ทราบระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

4. ทราบระดับความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพรที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษที่เชื้อราสร้างขึ้นในสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา ทำให้เกิดการสะสมของไพรูเวต (pyruvate) และกรดอะมิโน (amino acid) บางชนิดโดยกระบวนการ polyketide biosynthesis pathway และสร้างอะฟลาทอกซินแทนกรดไขมัน (fatty acid) (ชณิกา เอี่ยมสุภาษิต และสมจินตนา ทุมแสน. 2542) พบครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2503 เนื่องจากไก่งวงประมาณ 100,000 ตัว ในประเทศอังกฤษตายโดยไม่ทราบสาเหตุ จึงได้ให้ชื่อขณะนั้นว่าโรค "Turkey X" (Blount. 1961) ต่อมาพบว่าสาเหตุมาจากถั่วลิสงที่ซื้อมาจากประเทศบราซิล ซึ่งพบในภายหลังว่ามีเชื้อรา *A. flavus* ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากจึงได้สกัดและแยกสารพิษจากถั่วลิสงที่นำเข้าจากประเทศบราซิลให้บริสุทธิ์ (Sargeant *et al.* 1961a) และยังสามารถแยกเชื้อราได้หลายชนิดจากถั่วลิสงที่ซื้อมาจากประเทศยูกานดา โดยพบเชื้อราชนิดหนึ่งชื่อ *A. flavus* Link สามารถสร้างสารพิษได้ ซึ่งพบว่าเป็นชนิดเดียวกันกับที่พบในส่วนสกัดของถั่วลิสงที่เป็นพิษจากประเทศบราซิล จึงเรียกสารพิษจากเชื้อราชนิดนี้ว่า "aflatoxin" ( Sargeant *et al.* 1961b) Aflatoxin ย่อมาจากชื่อ Genus "Aspergillus" และ fla ย่อมาจากชื่อ flavus (ปริศนา สิริอาชา. 2534)

สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2515 พบว่าเด็กที่จังหวัดอุดรธานี มีอาการตัวร้อน ปวดท้อง ท้องเดิน อาเจียน ไม่รู้สึกตัว ชักหมดสติ และอาจเสียชีวิตภายใน 24-48 ชั่วโมง อาการของเด็กคล้ายโรค Reye 's syndrome จากการตรวจทางห้องปฏิบัติการ พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าปกติ มีระดับแอมโมเนียในเลือดสูง และตรวจพบอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ ในกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ปัสสาวะ อุจจาระ และน้ำดีของผู้ป่วย จากการสืบประวัติพบว่าเด็กเหล่านี้รับประทานแต่เพียงข้าวเหนียวอย่างเดียวเป็นเวลา 2 วัน จึงมีการตรวจสอบเชื้อราที่เจริญบนข้าวเหนียวพบเชื้อรา 3 ชนิด ที่สามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ (กวินดา ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ. 2538)

## 2.2 เชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน

เชื้อราที่สร้างสารพิษได้แก่ *A. flavus* Link, *A. parasiticus* Speare, *A. nomius* (Kurtzman *et al.* 1987), *A. tamarii* (Goto *et al.* 1997) และ *A. bombycis* (Peterson *et al.* 2001) นอกจากนี้ Ito *et al.* (2001) ยังพบว่าเชื้อรา *A. pseudotamarii* สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้ โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางพันธุกรรม รวมถึงลักษณะการสร้างสารพิษของเชื้อรา พบว่ามีความแตกต่างจากเชื้อรา *A. tamarii* จึงถือว่าเชื้อรา *A. pseudotamarii* เป็นเชื้อราชนิดใหม่ที่สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้

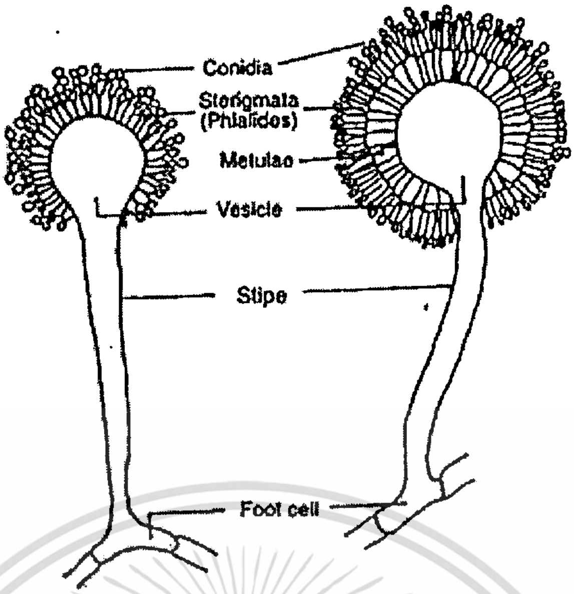
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา *Aspergillus* sp. มี foot cell ทำให้สามารถแยกออกจากเชื้อราชนิดอื่นได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถเจริญได้ดีบนอาหาร Czapek's solution agar และ malt extract agar การจำแนกเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* sp. สามารถดูได้จากลักษณะสัณฐานวิทยา โดยลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ conidiophore เป็นชนิด unbranched และ non septated hypha แยกออกมาจาก vegetative mycelium ตรงปลายของ conidiophore จะขยายใหญ่ขึ้นและพองออก ซึ่งเรียกว่า vesicle ตรงบริเวณ vesicle จะมี sterigmata รูปร่างแบบ flask-shaped งอกออกมาจนเต็ม vesicle และจะมี conidia งอกออกมาที่ปลายของ sterigmata แต่ละอัน โดยไม่มีการแตกแขนง ดังรูปที่ 2.1 (อรวรรณ นวีภาพ. 2531 ; Gourama and Bullerman. 1995b) เชื้อรา *Aspergillus* sp. พบทั่วไปในดินและผลผลิตทางการเกษตร บางชนิดจะสร้างอะฟลาทอกซินซึ่งเป็นสารพิษที่ก่อให้เกิดมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งตับ (Gourama and Bullerman. 1995a)

เชื้อรา *A. flavus* มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากกับ *A. parasiticus* เป็นเชื้อราที่มีการปนเปื้อนในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตมากที่สุด ลักษณะทั่วไปของเชื้อ *A. flavus* คือ conidiophore หนาและขรุขระ ไม่แตกแขนง บน conidiophore มี vesicle เป็นกระเปาะบวมกลมๆ ยืดหยุ่นได้ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-65 ไมโครเมตร รูปร่างของ vesicle จะเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของอาหาร บน vesicle จะมี sterigma 1 หรือ 2 อัน ซึ่งมีผนังเซลล์ 2 ชั้น ชั้นแรกเรียกว่า metulides ชั้นที่ 2 เรียกว่า phialides ส่วนปลายของ sterigma มี conidia รูปร่างกลมรี มีหน้าที่สำหรับการสืบพันธุ์ของเชื้อรา ซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยจะสร้างสปอร์ (หรือ sclerotia)สีเหลืองถึงสีน้ำตาล ผลผลิตที่สร้างขึ้นจากสปอร์มีความสำคัญมากในการจำแนกเชื้อรา *Aspergillus* sp. แต่ละชนิด (Gourama and Bullerman. 1995b)

เชื้อรา *A. flavus* โดยทั่วไปมี 2 สายพันธุ์ คือ S และ L การแยกเชื้อราทั้ง 2 สายพันธุ์ออกจากกันจะดูจากลักษณะสัณฐานวิทยาของสปอร์ สายพันธุ์ที่แยกได้ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ S ซึ่งสามารถสร้างอะฟลาทอกซินและปรับตัวในเมล็ดฝ้ายได้ดีกว่าสายพันธุ์ L จากการทดลองเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ร่วมกันในเมล็ดฝ้าย พบว่าเชื้อรา *A. flavus* สายพันธุ์ S จะสร้างอะฟลาทอกซินได้น้อยลงเพราะว่าสายพันธุ์ S และ L มีการเจริญแบบแข่งขันกัน และความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินจากสายพันธุ์ S จะลดลงเนื่องจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของ sclerotia (Garber and Cotty. 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.1** ลักษณะ conidiophores ของเชื้อรา *Aspergillus* sp.
ที่มา : Gourama and Bullerman. 1995b

## 2.3 การกำหนดค่าของอะฟลาทอกซิน

เนื่องจากพิษของอะฟลาทอกซินรุนแรงมาก แม้ปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ทำให้เกิดอันตรายได้ จึงกำหนดหน่วยวัดเป็นส่วนในพันล้านส่วน เรียกชื่อย่อว่า พีพีบี (ppb = part per billion) หรือไม-โครกรัมต่อกิโลกรัม

จากรายงานของ FAO ปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรในอาหารสัตว์และอาหารคน กำหนดแตกต่างกันในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทยถือประกาศตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานสารปนเปื้อน ข้อ 4 กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนในอาหารไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (อรุณศรี วงษ์อุไร. 2542) สำหรับการกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในอาหารแต่ละชนิดนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละประเทศซึ่งแสดงไว้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1** ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่ยอมให้มีการปนเปื้อนได้ในประเทศต่าง ๆ

| | | |
|---|---|---|
| จีน | ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ | 20 พีพีบี |
| | ข้าว | 10 พีพีบี |
| | ถั่วต่าง ๆ | 5 พีพีบี |
| | อาหารทารก | 0 พีพีบี |
| ไทย | อาหาร | 20 พีพีบี |
| สหรัฐอเมริกา | อาหาร | 20 พีพีบี |
| | นม | 0.5 พีพีบี |
| | นมผง | 1 พีพีบี |
| | อาหารสัตว์ | 20-25 พีพีบี |
| ญี่ปุ่น | อาหารทุกชนิด | 10 พีพีบี |
| | กากถั่วลิสงสำหรับอาหารสัตว์ | 1,000 พีพีบี |
| มาเลเซีย | อาหารคน | 35 พีพีบี |
| ฟิลิปปินส์ | อาหารคน | 20 พีพีบี |
| | อาหารสัตว์ | 200 พีพีบี |
| อิตาลี | ถั่วลิสง | 50 พีพีบี |
| อิสราเอล | อาหารทุกชนิด | 20 พีพีบี |
| ฝรั่งเศส | อาหารสัตว์ | 700 พีพีบี |
| เดนมาร์ก | ถั่วต่าง ๆ | 5-10 พีพีบี |
| แคนาดา | ถั่วและผลิตภัณฑ์ | 15 พีพีบี |
| บราซิล | กากเมล็ดถั่วที่สกัดน้ำมันแล้ว | 50 พีพีบี |
| เบลเยี่ยม | อาหารสัตว์ | 40 พีพีบี |
| เนเธอร์แลนด์ | อาหารคนและสัตว์ | 5 พีพีบี |

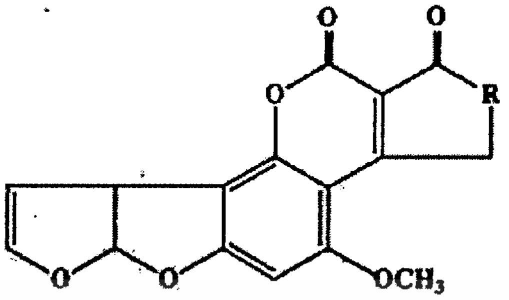
ที่มา : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ (2539-2543)

## 2.4 ชนิดและคุณสมบัติของอะฟลาทอกซิน

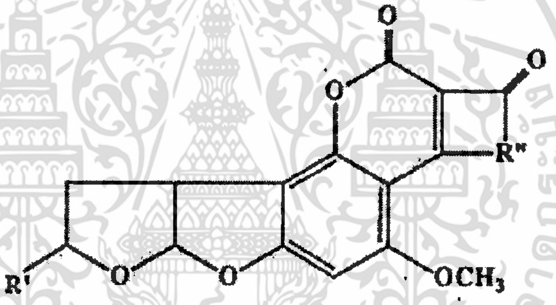
Betina (1983) รายงานว่าอะฟลาทอกซินมี 16 ชนิดด้วยกัน คือ $B_1$, $B_2$, $G_1$, $G_2$, $B_{2a}$, $G_{2a}$, $M_1$, $M_2$ , $GM_1$, $GM_2$, $M_{2a}$, $GM_{2a}$ , $B_3$, aflatoxicol, $P_1$ และ $Q_1$ อย่างไรก็ตามชนิดที่มีความสำคัญและพบมากที่สุดคืออะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ สูตรโครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยอนุพันธ์ของไดคูมาริน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(dicoumarin) เกาะกับวงแหวนไดไฮโดรฟิวแรน (dihydrofuran) สูตรโครงสร้างของอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.2




| | R |
|---|---|
| Aflatoxin $B_1$ | $CH_2$ |
| Aflatoxin $G_1$ | $CH_2-O$ |




| | R' | R" |
|---|---|---|
| Aflatoxin $B_2$ | H | $CH_2CH_2$ |
| Aflatoxin $G_2$ | H | $CH_2CH_2O$ |
| Aflatoxin $B_{2}a$ | OH | $CH_2CH_3$ |
| Aflatoxin $G_{2}a$ | OH | $CH_2CH_2O$ |

**รูปที่ 2.2** สูตรโครงสร้างของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ
ที่มา : Shibamoto and Leonard. 1993

โดยทั่วไปอะฟลาทอกซินที่พบในอาหารมี 4 ชนิดได้แก่ $B_1$, $B_2$, $G_1$ และ $G_2$ แต่จริงๆแล้วยังพบอะฟลาทอกซินอีกหลายชนิด เช่น $M_1$ (milk toxin), $M_2$ และ P เป็นต้น อะฟลาทอกซิน $M_1$ ที่พบในน้ำนมวัว เกิดจากวัวบริโภคถั่วป่นที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน $B_1$ มีรายงานพบว่าวัวที่บริโภคอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน $B_1$ จะตรวจพบอะฟลาทอกซิน $M_1$ สูงกว่า 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (Stoloff. 1980) จากรูปที่ 2.2 อะฟลาทอกซิน เป็นสารพวก Bisfurano-isocumarin โดยที่อะฟลาทอกซินชนิด B (AFB) เป็น Bisfurano-isocumarin เชื่อมกับ Cyclopentanone ring ส่วนอะฟลาทอกซินชนิด G (AFG) เป็น Bisfurano-isocumarin เชื่อมกับ Lactone ring นอกจากนี้แล้วการที่อะฟลาทอกซินมีสูตรโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน จึงทำให้ความรุนแรงของการเกิดพิษแตกต่างกันไปด้วย กล่าวคือ อะฟลาทอกซินที่มี double bond ในวงที่ 1 และ ไม่มีกลุ่มแลคโตนในวงแหวนที่ 3 จะทำให้เกิดพิษอย่างเฉียบพลัน และเพิ่มโอกาสในการเกิดมะเร็งด้วย (Heathcote. 1984)

อะฟลาทอกซินมีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้ (อรุณศรี วงศ์อุไร. 2540)

1. เรืองแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร และจากคุณสมบัตินี้จึงมีการนำมาใช้ตรวจสอบอะฟลาทอกซิน โดยอะฟลาทอกซินชนิด B จะเรืองแสงสีน้ำเงิน และอะฟลาทอกซินชนิด G จะเรืองแสงสีเขียว

2. ละลายได้ดีในไขมันและน้ำมัน ละลายได้บ้างในเกลือ

3. ละลายได้ดีในตัวทำละลายหลายชนิด เช่น เมทานอล คลอโรฟอร์ม อะซีโตน และเบนซิน จากคุณสมบัตินี้จะนำมาใช้สกัดสารพิษออกจากตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบ

4. ไม่ละลายในสารบางชนิด เช่น เฮกเซน อีเทอร์ จากคุณสมบัตินี้จะนำมาใช้ในการทำสารพิษให้บริสุทธิ์

5. ถูกทำลายได้ง่ายด้วยสารละลายด่าง เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) จึงนำมาใช้ทำความสะอาดภาชนะเครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน

6. มีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียส ดังนั้นการต้ม อบ คั่ว หรือนึ่ง จึงไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้ อย่างไรก็ตามอะฟลาทอกซินสามารถถูกทำลายด้วยแสงและความร้อนในรูปต่างๆ ขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิ

## 2.5 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินผลิตมาจากอะซิเตต(acetate) และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นวงแหวนได้เป็นกรดไซคลิกโพลีคีโต (cyclicpolyketo acid) โดยมีคาร์บอน 20 ตัว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นอะเวรูฟิน (averufin) เวอร์ซิโนคอล (versinocol) สเตอริกมาโตซิสติน (sterigmatocystin) และอะฟลาทอกซิน $B_1$ ในที่สุด ไนโตรเจน และกรดอะมิโน (asparagine, aspartate, glycine และ glutamine) เป็นสารตั้งต้นที่เหมาะสมในการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน โดยอะฟลาทอกซินจะมีการสังเคราะห์ขึ้นภายในเวลา 48 ชั่วโมง ภายหลังจากมีการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และอะฟลาทอกซินจะสังเคราะห์ได้สูงที่สุดในวันที่ 7 หลังจากเลี้ยงเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Heathcote. 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะฟลาทอกซิน $B_1$ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารพิษที่ตับเมื่ออะฟลาทอกซินเคลื่อนย้ายมาสู่ตับและอวัยวะอื่นๆ โดยจะเปลี่ยนเป็นอีพอกไซด์ (Epoxide) และรวมตัวกับดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน โดยไปรวมกับ guanine residue ของดีเอ็นเอ (นงนุช วาณิตย์ธนาคม. 2540) ทำให้ดีเอ็นเอเสียหาย เอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง เช่น เอนไซม์โพลีเมอเรส (Polymerrase) ไม่สามารถทำงานได้ ทำให้การสร้างดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอลดลง (มาลินี ลิ้มโภคา. 2527) อะฟลาทอกซินจะมีผลทำให้จำนวนไรโบโซม (Ribosome) ลดลงและมีลักษณะผิดปกติ ไมโตคอนเดรียเสื่อมสลาย ทำให้การขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจระดับเซลล์สูญหายไป (ศศิธร ถิ่นนคร. 2528)

การเปลี่ยนแปลงสารพิษจากเชื้อราในร่างกายแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้ (อนงค์ บิณฑวิหค. 2539-2543)

1. การดูดซึม (Absorbtion) สัตว์จะได้รับสารพิษโดยซึมผ่านผิวหนัง สูดดมผ่านทางเดินหายใจและกินโดยตรงผ่านทางเดินอาหาร

2. การกระจาย (Distribution) เมื่อสารพิษเข้าสู่รางกายแล้ว จะกระจายผ่านกระแสโลหิต น้ำเหลือง น้ำหล่อเลี้ยงต่างๆ ทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร รก และอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกาย

3. การสะสม (Accumulation) สารพิษบางส่วนมีการสะสม หรือตกค้างที่อวัยวะสำคัญ เช่น ต่อมไทรอยด์ ตับ กระดูก ไขมัน เนื้อเยื่อต่างๆ เป็นต้น

4. เมแทบอลิซึม (Metabolism) สารพิษบางส่วนจะผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolic pathway) ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้สารพิษมีฤทธิ์ลดลง หรือเพิ่มฤทธิ์รุนแรงขึ้น และจับกับสารที่มีในเซลล์ ซึ่งกระบวนการเมแทบอลิซึมนี้จำแนกได้ 2 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) รีดักชัน (reduction) และไฮโดรไลซีส (hydrolysis) เนื่องจากอะฟลาทอกซิน $B_1$ มีพิษรุนแรงแรงมากกว่าอะฟลาทอกซินชนิดอื่นๆ ดังนั้นเมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมหรือเปลี่ยนแปลงสารพิษที่ตับ โดยในระยะที่1ใช้ระบบไมโครโซมของตับเกิดปฏิกิริยาทางเคมีคือปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน $B_1$ เป็น $Q_1$ และ $M_1$ ปฏิกิริยาโอ-ดีเม็ททิลเลชัน (O-demethylation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน $B_1$ เป็น $P_1$ ปฏิกิริยาอีพ็อกซิเดชัน (Epoxidation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน $B_1$ เป็นอะฟลาทอกซิน $B_1$-Epoxide ซึ่งไม่คงตัวและสามารถเปลี่ยนต่อไปเป็นอะฟลาทอกซิน $B_1$–dihydrodiol โดยใช้เอนไซม์อีพ็อกไซด์ไฮเดรส (epoxide hydrase) นอกจากนี้ยังใช้เอนไซม์ในระบบ cytoplasmic reduction system ของตับ เกิดปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยนอะฟลาทอกซิน $B_1$ เป็น aflatoxicol ทำให้เกิดการเมแทบอลิซึมอะฟลาทอกซิน $B_1$ ทั้งหมด จึงมีพิษน้อยลง

ระยะที่ 2 เกิดปฏิกิริยาคอนจูเกชัน (conjugation) โดยอะฟลาทอกซิน $B_1$ จะจับกับกลูตาไทโอน (glutathione) โดยใช้เอนไซม์กลูตาไทโอนเอสทรานเฟอเรส (GSH-S-transferase) ได้อะฟลาทอกซิน $B_1$ จับกับกลูตาไทโอน ซึ่งมีพิษรุนแรงน้อยลง แต่จะเกิดมะเร็งตับได้ด้วยการจับตัวกับดีเอ็นเอหรือโปรตีนโดยพันธะโควาเลนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัด (excretion) สารพิษบางส่วนถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ อุจจาระ ลมหายใจ น้ำดี เหงื่อ น้ำนม น้ำลาย ของเสียผ่านต่อมหรืออวัยวะ รวมทั้งน้ำย่อยจากระบบทางเดินอาหาร

อะฟลาทอกซินที่พบในท้องตลาดพบทั้งในอาหารสำเร็จรูปของคนและสัตว์ มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อรา ระยะเวลาของการเจริญ รวมถึงชนิดของอาหารด้วย ดังนั้นคนและสัตว์อาจได้รับอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางอาหารในปริมาณต่างกัน แต่ถ้าได้รับเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดโรคตับแข็ง หรือมะเร็งในตับได้ ถ้าได้รับปริมาณสูงในระยะเวลาสั้นๆ อาจทำให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลันขึ้นได้ อาการและลักษณะของสัตว์ที่ได้รับอะฟลาทอกซิน เช่น ในไก่จะแสดงอาการ ซึม ท้องร่วง เบื่ออาหาร โลหิตจาง และตายในที่สุด ถ้าเกิดโรคแบบเฉียบพลันอาจตายได้ใน 2-3 วัน ในสุกรจะมีอาการซูบผอม ขนหยาบกร้าน อุจจาระร่วงมีสีเหลืองจัด บางตัวอาจท้องผูก ขาหลังไม่มีกำลัง ยืนตัวโก่ง มีอาการดีซ่าน โลหิตจาง อาจตายได้ใน 1-5 วัน (กวินดา ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ. 2538 ; ดำรง พฤกษราช. 2519) อะฟลาทอกซิน $B_1$ สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ หยุดกระบวนการสังเคราะห์แสง และการขนถ่ายออกซิเจนของสาหร่าย *Chlorella fusca* ได้ โดยพบว่าอะฟลาทอกซินจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และลดองค์ประกอบของคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ภายในเซลล์ของสาหร่าย (Sayed and Fadi-Allah. 1992)

## 2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา

การเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อราจะขึ้นอยู่กับ สารอาหาร ความชื้น อุณหภูมิ ระยะเวลา ค่าความเป็นกรดด่าง อากาศ และการแข่งกันกับจุลินทรีย์เจ้าถิ่น ดังนั้นการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อราจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนอยู่แล้วตามธรรมชาติ (Gourama and Bullerman. 1995b)

### 2.6.1 ชนิดของเชื้อรา

เชื้อราต่างชนิดกันจะสร้างอะฟลาทอกซินได้แตกต่างกัน ปริศนา สิริอาชา (2534) กล่าวว่ามีเชื้อราบางสายพันธุ์เท่านั้น ที่สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้ การที่พบเชื้อราบางชนิดเจริญอยู่บนอาหาร ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนอยู่ เพราะเชื้อราบางสายพันธุ์ไม่สร้างอะฟลาทอกซิน ในทางกลับกันการที่ไม่พบเชื้อราเจริญบนอาหารก็ไม่ได้หมายความว่าอาหารนั้นจะปลอดภัยจากอะฟลาทอกซิน เพราะแม้เชื้อราจะถูกทำลายหรือตายไปแล้ว แต่อะฟลาทอกซินจะยังคงอยู่ในอาหารนั้น

อัจฉรา พัฒนเดช และคณะ (2544) ตรวจหาเชื้อราและอะฟลาทอกซินในสมุนไพร 50 ชนิด จากร้านขายยาในจังหวัดสงขลา พบว่ามีสมุนไพร 9 ชนิดที่ตรวจไม่พบเชื้อรา แต่จากการตรวจหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะฟลาทอกซินสามารถตรวจพบในสมุนไพรทุกชนิด โดยเฉพาะในแสมสาร ซึ่งไม่พบเชื้อราแต่ตรวจพบปริมาณอะฟลาทอกซินสูงที่สุดถึง 1,101.8 พีพีบี

Suman *et al.* (1999) ศึกษาอะฟลาทอกซินที่สร้างโดยเชื้อราต่างชนิดกัน โดยหยดอะฟลา-ทอกซินที่สร้างโดยเชื้อราชนิดต่างๆ บนแผ่น paper disc 5 ไมโครลิตรต่อแผ่น และนำไปยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus brevis* NCIM 2534 บนข้าว เป็นเวลา 5-13 วัน พบว่าอะฟลาทอกซินที่ได้จากเชื้อรา *A. parasiticus* NRRL-2999 ให้ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ *B. brevis* NCIM 2534 สูงที่สุด คือ 0.8-1.8 เซนติเมตร รองลงมา คืออะฟลาทอกซินจากเชื้อรา *A. flavus* NCIM 538 และ *A. flavus* SK 57 ให้เส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเป็น 0.7-1.2 และ 0.5-1.5 เซนติเมตร ตามลำดับ จึงกล่าวได้ว่าอะฟลาทอกซินที่สร้างขึ้นโดยเชื้อราแต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษมากน้อยแตกต่างกันด้วย

**2.6.2 สารอาหาร**

เชื้อราจะเจริญและสร้างสารพิษได้มากน้อยแตกต่างกันในผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่างๆ หรือแม้แต่ผลผลิตชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์ บางครั้งพบว่าเชื้อรามีการเจริญ แต่ไม่สร้างอะฟลาทอก-ซิน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของผลผลิตแต่ละชนิดและพันธุ์ของพืช รวมทั้งคุณสมบัติในการสร้างหรือส่งเสริมการสร้างสารพิษของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่จำเป็นในการสร้างสารพิษของเชื้อรา เช่น คาร์โบไฮเดรต ไนโตรเจน และธาตุอาหารเสริมที่สำคัญได้แก่ เหล็ก สังกะสี เป็นต้น (อรุณศรี วงค์อุไร. 2540)

Awuah and Kpodo (1996) ทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* ด้วยสมุนไพร *Xylopia aethiopica, Monodera myristica* อบเชย และ พริกไทย โดยเลี้ยงเชื้อราในอาหาร PDA พบว่าสมุนไพรเหล่านี้สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินในอาหาร PDA ได้ แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อราในอาหาร yeast extract sucrose พบว่าเชื้อราสามารถเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินได้

**2.6.3 ปฏิกิริยาระหว่างเชื้อจุลินทรีย์**

ในอาหารโดยทั่วไปมักจะพบเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดขึ้นปนเปื้อนกัน จุลินทรีย์เหล่านี้มีผลต่อการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* sp.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์ และคณะ (2539) ทดสอบการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* ในระหว่างการผลิตเทมเป้ ด้วยเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* พบว่าถั่วหลืองนึ่งที่เติมสปอร์ของเชื้อรา *R. oligosporus* และ *A. parasiticus* ลงไปพร้อมกัน จะไม่มีการสร้างอะฟลา-ทอกซิน ในขณะที่ถั่วเหลืองนึ่งที่มีการเติมสปอร์ของเชื้อรา *A. parasiticus* เพียงชนิดเดียว จะมีการสร้างอะฟลาทอกซินเกิดขึ้น

Ramakrishna *et al.* (1996) ศึกษาลักษณะโคโลนี และการสร้างอะฟลาทอกซิน เมื่อเลี้ยงเชื้อรา *A. flavus* ร่วมกับเชื้อ *Penicillium verrucosum, Fusarium sporotrichioides* และ *Hyphopichia burtonii* โดยเลี้ยงเชื้อรา *A. flavus* ร่วมกับเชื้อทั้ง 3 ชนิด ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราจะเจริญและสร้างสารพิษได้น้อยกว่าเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเมื่อค่า water activity สูง การเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อราก็จะสูงตามไปด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเลี้ยงเฉพาะเชื้อรา *A. flavus* พบว่าการเลี้ยงเชื้อรา *A. flavus* ร่วมกับเชื้อ *P. verrucosu*, *F. sporotrichioides* และ *H. burtonii* สามารถลดปริมาณการสร้างอะฟลาทอกซินได้

**2.6.4 ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์**

ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซิน ผลผลิตทางการเกษตรที่มีความชื้นสูงมักจะพบเชื้อราปนเปื้อนเสมอ

รณภพ บรรเจิดเชิดชู (2530) ศึกษาการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* โดยใช้ข้าวโพดที่มีความชื้นภายในเมล็ดต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 18.8, 21.4 และ 22.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเชื้อราสามารถเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุดในวันที่ 8 ปริมาณอะฟลา-ทอกซินที่เชื้อราสร้างได้ คือ 740, 550 และ 500 พีพีบี ตามลำดับ

Mahmoud *et al.* (1992) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดที่เชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินและเจริญได้ในสมุนไพร anise และ ชะเอมเทศ คือ 90 เปอร์เซ็นต์

**2.6.5 อุณหภูมิและระยะเวลา**

เชื้อรา *A. flavus* สามารถเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 11-37 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25-30 องศาเซลเซียส เชื้อรานี้จะสร้างอะฟลาทอกซินใน 48 ชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อราสามารถเจริญได้ คือ 44-55 องศาเซลเซียส (ปริศนา สิริอาชา. 2534) ดังนั้นการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงเป็นการป้องกันการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้อีกทางหนึ่ง (Northolt and Bullerman. 1982)

Kurtzman *et al.* (1987) พบว่าเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* สามารถเจริญและสร้างอะฟลา-ทอกซินได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก อุณหภูมิสูงสุดที่เชื้อรา *A. pseudotamarii* และ *A. tamarii* สามารถเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินได้คือ 37 องศาเซลเซียส ส่วนเชื้อรา *A. flavus*, *A. parasiticus* และ *A. nomius* อยู่ที่ 32 องศาเซลเซียส

Goaleni *et al.* (1997) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* บนอาหาร surface agar culture คือ 30 องศาเซลเซียส โดยเชื้อราจะสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุด 0.306 ถึง 0.330 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร หลังจากบ่มเชื้อเป็นเวลา 15 วัน ที่ค่า water activity 0.996

Efuntoye (1999) ศึกษาการสังเคราะห์สารพิษจากเชื้อราซึ่งแยกได้จากของสมุนไพรที่เก็บไว้เตรียมยาของประเทศไนจีเรีย ในอาหารกึ่งสังเคราะห์ พบว่าสารพิษอะฟลาทอกซินที่สร้างขึ้นโดยเชื้อรา *A. parasiticus* และ ochratoxin A ซึ่งสร้างขึ้นโดยเชื้อรา *A. ochraceus* จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บรักษาสมุนไพร และพบว่าเชื้อราจะสร้างอะฟลาทอกซินในวัตถุดิบสมุนไพรได้ดีกว่าในอาหารกึ่งสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.6 ปัจจัยอื่น ๆ**

นอกจากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา เช่น ความเสียหายของเมล็ดธัญพืช สายพันธุ์ของพืช ปริมาณออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น Northolt and Bullerman (1982) กล่าวว่าการดึงออกซิเจนออกจากผลิตภัณฑ์ในกระบวนการบรรจุหีบห่อโดยระบบสุญญากาศ สามารถป้องกันการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้

อกนิษฐ์ ชาวนา (2540) ตรวจสอบลักษณะของถั่วลิสงของพันธุ์ที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *A. flavus* และอะฟลาทอกซินน้อย พบว่าความหนาของเมล็ด เยื่อหุ้มเมล็ด เปลือกฝัก จำนวนฝักแก่ต่อต้น เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด มีผลต่อปริมาณสปอร์เชื้อรา *A. flavus* และการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ด นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์เยื่อหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์แทนนิน มีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณเชื้อรา *A. flavus* ที่ตรวจพบในถั่วลิสง

Epstein *et al.* (1970) พบว่าการควบคุมองค์ประกอบของก๊าซต่างๆ ในชั้นบรรยากาศ (atmosphere) ให้มีคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 1.8 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจน 88.2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหารเหลว โดยเชื้อราจะยังสามารถเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินได้ในสภาวะชั้นบรรยากาศที่อุณหภูมิห้อง แต่เชื้อราจะหยุดการเจริญและหยุดการสร้างอะฟลาทอกซินที่อุณหภูมิ 84 และ 60 องศาฟาเรนไฮต์ ตามลำดับ และพบว่าการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราจะเกิดขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิต่ำ

Northolt and Bullerman (1982) กล่าวว่าคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน จะมีผลต่อการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อรา การเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณออกซิเจนในอากาศเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ แต่ถ้าระดับออกซิเจนเหลือน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์จะยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์

Line *et al.* (1994) พบว่าถ้ามีการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ลงในอาหารเหลวเป็นเวลานานๆ จะทำให้สปอร์ของเชื้อราที่แขวนลอยอยู่ในอาหารเหลวไม่สามารถเจริญได้ หรือไม่เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึม

Line and Brackett (1995) รายงานว่าการทำลายอะฟลาทอกซินของเชื้อ *Flavobactrium aurantiacum* ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในอาหาร ถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในอาหารน้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ไม่สามารถทำลายอะฟลาทอกซินได้

Awuah and Kpodo (1996) ศึกษาการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินของเมล็ดธัญพืชในประเทศการ์นา พบว่าเมล็ดธัญพืชที่ได้รับความเสียหาย แตก หัก จะมีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนอยู่ในระดับ 57 ถึง 22,168 พีพีบี ส่วนเมล็ดที่ไม่ได้รับความเสียหาย พบว่า 50 เปอร์เซ็นต์จะตรวจไม่พบอะฟลาทอกซิน แต่ในส่วนที่ตรวจพบอะฟลาทอกซินก็จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย คือ 0.1-12.2 พีพีบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Campbell *et al.* (1997) ศึกษาพันธุ์ข้าวโพดโดยผสมข้ามพันธุ์กันระหว่างสายพันธุ์ B73 กับสายพันธุ์ LB31 ซึ่งผ่านการคัดเลือกว่ามียีนส์ที่ต้านทานต่ออะฟลาทอกซินอยู่ พบว่าข้าวโพดพันธุ์ใหม่ที่เกิดขึ้นสามารถต้านทานการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ได้ เนื่องจากข้าวโพดพันธุ์ใหม่ที่ได้จะมี dominant gene ที่เป็นยีนส์ต้านทานอะฟลาทอกซิน เพิ่มขึ้น 66 เปอร์เซ็นต์

## 2.7 วิธีควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน

### 2.7.1 วิธีทางกายภาพ

สุมาลัย ศรีกำไลทอง และ สุภัทรา มั่นสกุล ( 2523) ศึกษาการใช้ดินฟอกสี 0.3 เปอร์เซ็นต์ กวนผสมกับน้ำมันที่มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนที่ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที พบว่าสามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินจาก 76 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เหลือเพียง 7.85 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม โดยคุณสมบัติของน้ำมันถั่วลิสงยังเป็นไปตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนด

ไพโรจน์ วงศ์วิโรจน์ธนา (2536) ศึกษาการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดในถังเก็บภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น โดยอบเมล็ดข้าวโพดในถังอบแห้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 เมตร สูง 2.75 เมตร และเป่าอากาศที่อัตราการไหล 1.5-4.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีต่อลูกบาศก์เมตรข้าวโพด โดยเป่าอากาศแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง พบว่าเทคนิคนี้จะได้เมล็ดข้าวโพดหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ดี ปริมาณการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดหลังการอบแห้งจะต่ำกว่าในเมล็ดข้าวโพดก่อนการอบแห้ง

ศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล (2542) ทดสอบการดูดซับอะฟลาทอกซิน $M_1$ ออกจากน้ำนมดิบ พบว่าสารเบนโทไนท์ 0.3 กรัม สามารถดูดซับอะฟลาทอกซิน $M_1$ ปริมาณ 200 นาโนกรัม ที่ปนเปื้อนในน้ำนมออกได้ทั้งหมด ขณะที่น้ำนมดิบ 200 มิลลิลิตร ซึ่งมีอะฟลาทอกซิน $M_1$ เข้มข้น 1.0 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อใช้สารเบนโทไนท์ 0.3, 0.4 และ 0.5 กรัม กวนผสมที่ 840 รอบต่อนาที นาน 6, 7 และ 8 นาที พบว่าสารเบนโทไนท์จะสามารถดูดซับอะฟลาทอกซิน $M_1$ ได้ทั้งหมด จากการตรวจวิเคราะห์สารอาหารที่สำคัญในน้ำนมดิบ ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม โปรตีน ไขมัน และวิตามินเอ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงหลังจากเติมสารเบนโทไนท์ลงไป

Mahmoud *et al.* (1992) ศึกษาผลของรังสีแกมมา ที่ระดับความเข้ม 2.0 และ 4.0 กิโลเกรย์ (Kgy) ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราในสมุนไพรบางชนิด พบว่าที่ระดับความเข้มของรังสีแกมมาทั้ง 2 ระดับ สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในชาได้ ส่วนในยี่หร่า และ ชะเอมเทศพบว่าจะสามารถยับยั้งได้ทั้งเชื้อรา *A. parasiticus* เจ้าถิ่น และ *A. parasiticus* NRRL 3145 โดยยับยั้งได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ค่า water activity ต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ คือ 0.9 และ 0.85 ตามลำดับ

Paster *et al.* (1995) ทดลองนำน้ำมันหอมระเหยจาก oregano และ ไทม์ (ซึ่งมีองค์ประกอบของ carvacol และ thymol ตามลำดับ) ไปอบหรือรมควันเมล็ดธัญพืชในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าสามารถต้านทานเชื้อราได้ ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันพอๆ กับการรมควันโดยใช้สารเคมีเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อราในการเก็บรักษาเมล็ดธัญพืช

**2.7.2 วิธีทางชีววิทยา**

อรรณพ องค์สกุล (2532) ทดลองแยกจุลินทรีย์จากเมล็ดข้าวโพดและดินแปลงปลูกข้าวโพด และนำไปทดสอบการยับยั้งการเจริญบนเมล็ดข้าวโพด พบว่าแบคทีเรียไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้ ส่วนยีสต์ *Candida* sp. (isolate ที่ 1 และ 4) และ *Torulopsis candida* (isolate ที่ 6 และ 7) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดข้าวโพดได้

Boller and Schroedeo (1973) ศึกษาถึงอิทธิพลของการเลี้ยงเชื้อร่วมกันระหว่างเชื้อรา *A. chevalieri* และ *A. parasiticus* โดยเลี้ยงเชื้อราทั้ง 2 ชนิดนี้ร่วมกันในข้าว ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเชื้อราไม่มีการสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ แต่พบว่าเชื้อรา *A. parasiticus* สามารถสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ ได้ในปริมาณมาก เมื่อเลี้ยงเฉพาะเชื้อรา *A. parasiticus* เพียงชนิดเดียวที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ในข้าว และพบว่าเมื่อเลี้ยงเชื้อรา *A. parasiticus* ร่วมกับ *A. chevalieri* ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส สามารถลดการสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ ได้ 99, 100 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Choudhary (1992) กล่าวว่าการอาศัยอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์เจ้าถิ่นกับเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดธัญพืชส่งผลต่อการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน จากการทดลองพบเชื้อราสายพันธุ์ต่างๆ 13 ชนิด ที่อาศัยอยู่ร่วมกันในเมล็ดข้าวโพดสามารถยับยั้งการสร้างอะฟาทอกซินได้ตั้งแต่ 34.3 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อ *Fusarium moniliforme* ยับยั้งได้ 59.8 เปอร์เซ็นต์ *Trichoderma viride* ยับยั้งได้ 72.5 เปอร์เซ็นต์ และ *R. nigricans* ยับยั้งได้ 42 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยับพบว่าการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง

Line and Brackett (1995) ศึกษาผลของเชื้อ *Flavobacterium aurantiacum* ต่อการกำจัดพิษของอะฟลาทอกซิน พบว่าจุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถกำจัดอะฟลาทอกซินได้ โดยไม่ต้องการแหล่งพลังงานจากอาหาร แต่กลับสามารถใช้สารอะฟลาทอกซินเป็นแหล่งคาร์บอนแทน ทำให้สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินได้

Gourama and Bullerman (1995a) นำหัวเชื้อ *Lactobacillus* สายพันธุ์ผสมทางการค้าทดสอบการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* sub sp. *parasiticus* ในอาหารเหลวที่ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.0 พบว่าสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ แต่ไม่สามารถทำลายการมีชีวิตรอดของสปอร์ได้ และเมื่อทดสอบการสร้างอะฟลาทอกซินโดยเลี้ยงในถุง dialysis โดยให้เชื้อ *Lactobacillus* สายพันธุ์ผสมเจริญในถุง dialysis และให้เชื้อราเจริญนอกถุง dialysis พบว่าเมื่อใช้ถุง dialysis ที่มีขนาด molecular weight cutoff เท่ากับ 1,000 จะยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้เล็กน้อย แต่เมื่อใช้ถุง dialysis ที่มีขนาด molecular weight cutoff 6,000 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



8,000 และ 12,000 ถึง 14,000 จะสามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใช้เชื้อ *Lactobacillus* ชนิดเดียว (monoculture) ซึ่งแยกได้จากหัวเชื้อผสมทางการค้าจะไม่สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้

Calistru *et al.* (1997) รายงานว่า 4 ใน 9 isolate ของเชื้อ *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากธรรมชาติ 2 สายพันธุ์ คือ *T. harzianum* และ *T. viride* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และ *F. moniliforme* ได้

Gelestin and Bullerman (1998) กล่าวว่าการเลี้ยงเชื้อรา *A. flavus* ร่วมกับ *A. niger* จะมีการสร้างอะฟลาทอกซินน้อยกว่าการเลี้ยงเชื้อแยกกัน เนื่องจากการอยู่ร่วมกันของเชื้อหลายชนิดในเมล็ดธัญพืชและถั่วชนิดต่างๆ จะมีการเจริญแบบแข่งขันกับเชื้อรา *A. flavus* ซึ่งถือเป็นการป้องกันการสร้างอะฟลาทอกซินได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบจุลินทรีย์อื่นๆที่มีการเจริญแบบแข่งขัน กับเชื้อรา *A. flavus* คือ *Rhizopus nigricans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Brevibacterium linens* และ lactic acid bacteria บางชนิด ซึ่งเชื้อเหล่านี้สามารถลดการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* ได้

Pierides *et al.* (2000) ศึกษาผลของ lactic acid bacteria ต่อการลดปริมาณอะฟลาทอกซิน $M_1$ ในอาหารเหลว, skim milk และ full cream milk พบว่า lactic acid bacteria ทุกสายพันธุ์สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซิน $M_1$ ในอาหารเหลวได้ และมี lactic acid bacteria 2 สายพันธุ์ที่สามารถลดอะฟลาทอกซิน $M_1$ ใน skim milk และ full cream milk ได้ โดยสายพันธุ์ LBGG สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินใน skim milk และ full cream milk ได้ 18.8 และ 26.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ LC-705 สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินได้ 69.6 และ 63.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**2.7.3 วิธีทางเคมี**

อุดม ภู่พิพัฒน์ (2531) ทดสอบประสิทธิภาพการใช้สารเคมี myco curb พบว่า myco curb อัตรา 1 หรือ 2 ลิตรต่อตัน คลุกเมล็ดข้าวโพดทันทีหลังเก็บเกี่ยว หรือใช้สารเคมีในอัตรา 1 ลิตรต่อตัน คลุกเมล็ดทันทีหลังการเก็บเกี่ยว และคลุกเมล็ดหลังการลดความชื้นอีกครั้ง มีผลอย่างยิ่งต่อการยับยั้งการเจริญและลดปริมาณการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดที่ได้รับสารเคมี myco curb ไม่เปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร เช่น ปริมาณโปรตีน ไขมัน และพลังงาน

สุกันยา เพ็ญทะเล และ สันทนา พุ่มพวง (2539) ศึกษาการป้องกันการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* โดยไคโตแซนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าเมื่อเลี้ยงเชื้อราบนปลายข้าวที่ไม่เติมไคโตแซนเชื้อราจะสร้างอะฟลาทอกซินได้ 115.39 และ 441.35 ไมโครกรัมต่อกรัม ในวันที่ 7 และวันที่ 14 ตามลำดับ ถ้าเติมไคโตแซน 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างอะฟลาทอกซินมากขึ้นในวันที่ 14 แต่ถ้าเติมไคโตแซน 0.3, 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49616

จะสามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้ และความสามารถในการยับยั้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไคโตแซน

Applebaum and Marth (1982) พบว่าการใช้ไฮดรเจนเพอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไรโบฟลาวิน 0.5 มิลลิโมลาร์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาสเซลเซียส นาน 30 นาที สามารถลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน $M_1$ ได้สูงสุด 98 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ไฮดรเจนเพอร์ออกไซด์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ lactoperoxidase ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน สามารถลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน $M_1$ ได้ 85 เปอร์เซ็นต์ โดยความสามารถในการลดความเป็นพิษของอะ-ฟลาทอกซิน $M_1$ จะเกี่ยวข้องกับออกซิเจนและกรดไฮโปคลอรัส (hypoclorous acid) ซึ่งจะทำงานร่วมกันเพื่อยับยั้งกลไกความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน $M_1$

Thanaboripat *et al.* (1996) ทดสอบการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหารเหลว โดย benzoic acid, sodium benzoate และ potassium metabisulphite ที่ระดับความเข้มข้น 2.0, 6.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า sodium benzoate ความเข้มข้น 6.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ 13 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากการเลี้ยงเชื้อรานาน 6 วัน ขณะที่ benzoic acid ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ potassium metabisulphite ความเข้มข้น 2.0, 6.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์

Zohri *et al.* (1997) ทดสอบการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* var. *globusus* IMI 120920 พบว่าเชื้อราสามารถเจริญได้ในอาหารที่มี sodium selenite เข้มข้น 0.052 ถึง 4.0 เปอร์เซ็นต์ หรือในอาหารที่มี potassium tellurite สูงสุด 2.0 เปอร์เซ็นต์ โคโลนีของเชื้อราจะมีลักษณะทึบหรือสีดำเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี tellurite และโคโลนีของเชื้อราจะมีสีเทาแดงหรือสีส้มแดงเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี selenite ชีวมวลของเชื้อราจะลดลงเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นของโลหะต่ำ และเมื่อความเข้มข้นของโลหะเพิ่มขึ้นการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะสูงขึ้นและการสร้างอะฟลาทอกซินจะลดลง

## 2.8 สมุนไพร

"สมุนไพร" ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง พืชที่ใช้ทำเป็นเครื่องยา ซึ่งหาได้ตามพื้นเมือง

"ยาสมุนไพร" ตามพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2522 หมายถึง ยาที่ได้จากพฤกษชาติ สัตว์ หรือแร่ ซึ่งไม่ได้ผสม ปรุงหรือแปรสภาพ

"เครื่องเทศ" หมายถึง ของหอมฉุนและเผ็ดร้อน ที่ได้จากต้นไม้ สำหรับใช้ทำยาและปรุงอาหาร (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535 ; นิจศิริ เรืองรังษี. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเทศและสมุนไพรประกอบด้วยสารหลายชนิด ทั้งอินทรีย์สาร วิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ และเกลือแร่ต่างๆ ที่แปรสภาพไปเป็นพลังงาน เพื่อกระตุ้นและแสดงปฏิกิริยาต่อต้านการทำลายของเชื้อโรคต่างๆให้หยุดการเจริญ ตลอดจนเสริมระบบต่างๆของร่างกายให้มีพละกำลังสามารถทำงานต่อไปได้เป็นปกติ สมุนไพรบางชนิดเป็นยารักษาโรค เพราะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ บางชนิดใช้ปรุงแต่งกลิ่น รส สีของอาหารและเครื่องดื่ม บางชนิดใช้ถนอมอาหาร และบางชนิดใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางหรือน้ำหอมได้

เกษม สร้อยทอง และวิจัย รักวิทยาศาสตร์ (2527) ทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 21 ชนิด บนอาหาร PDA โดยใช้สมุนไพร 10 ชนิด ได้แก่ หนอนตายหยาก แสลงใจ โล่ติ๊น สลอด โป๊ยกั๊ก กานพลู กระเทียม เทียนขาว ตะไคร้และลำโพง พบว่าสมุนไพรที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ใช้ทดสอบทุกชนิดได้ดีที่สุด คือ โป๊ยกั๊ก ที่ระดับความเข้มข้น 20,000 พีพีเอ็ม รองลงมาได้แก่ เทียนขาว ตะไคร้ กานพลู หนอนตายหยาก กระเทียม แสลงใจ สลอด ลำโพง และ โล่ติ๊น ตามลำดับ

ขจรศักดิ์ ตระกูลพัว (2539) ศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพร 8 ชนิดได้แก่ กานพลู ว่านน้ำ โป๊ยกั๊ก ดองดึงส์ สารภี หนอนตายหยาก ดีปลีและบัวบก ต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้แก่ *Fusarium sp., Colletotrichum sp., Trichophyton mentagrophytes* และ *A. niger* และเชื้อราโรคผิวหนังได้แก่ *Epidermophyton floccusum, Microsporum gypseum, Trichophyton mentagrophytes* และ *T. rubrum* ในอาหาร PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่ากานพลูและว่านน้ำที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10,000 พีพีเอ็ม มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชและโรคผิวหนังรองลงมาได้แก่ โป๊ยกั๊ก ดีปลี สารภี หนอนตายหยาก ดองดึงส์ และบัวบก

Shelet (1983) ศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียแกรมบวก ยีสต์ และรา โดยสมุนไพรต่างๆ ได้แก่ กระเทียม หอมหัวใหญ่ อบเชย กานพลู ไทม์ sage และเครื่องเทศอื่นๆ ในอาหารหมักดอง ขนมปัง ข้าว และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่าองค์ประกอบของไขมัน โปรตีน น้ำ และเกลือ ที่มีอยู่ในอาหารเหล่านี้เมื่อผสมเครื่องเทศลงไปจะสามารถต้านทานจุลินทรีย์ได้ และยังพบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นของเครื่องเทศมีผลอย่างยิ่งต่อการยับยั้งการเจริญของจุ-ลินทรีย์ในอาหารมากกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์

**2.8.1 องค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพร**

สมุนไพรแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์แตกต่างกันด้วย โดยทั่วไปองค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพรแบ่งเป็น 2 พวก ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541)

1. สารเมตาบอไลท์ปฐมภูมิ (primary metabolite) เป็นสารที่มีอยู่ในพืชชั้นสูง โดยทั่วไปพบในพืชทุกชนิดได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง สารเมตาบอไลท์ปฐมภูมิที่พบ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เม็ดสี (pigment) และเกลืออินทรีย์ (organic salt) เป็นต้น

เอกสารนี้มีเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิ (secondary metabolite) มีลักษณะค่อนข้างพิเศษ มีความแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) โดยร่วมกับเอนไซม์ สารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิที่พบ ได้แก่ สารอัลคาลอยด์ (alkaloid) แอนทราควิโนน (anthraquinone) น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นต้น

โดยทั่วไปพบว่าสารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิจะมีสรรพคุณทางยา แต่บางครั้งก็พบว่าสารเมตา-บอไลท์ปฐมภูมิบางตัวก็สามารถออกฤทธิ์ในการรักษาโรคได้เช่นกัน ซึ่งสารประกอบในพืชสมุนไพรจำแนกได้กว้างๆ ดังนี้ (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540 ; สำนักงานคณะกรรมการสาธารณ-สุขมูลฐาน. 2541)

1. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เป็นสารอินทรีย์ที่ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน พบทั้งในพืชและสัตว์ เช่น แป้ง น้ำตาล น้ำผึ้ง

2. ไขมัน (lipids) เป็นสารไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ สมุนไพรที่พบไขมัน เช่น น้ำมันละหุ่ง น้ำมันมะพร้าว

3. อัลคาลอยด์ (alkaloid) เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มีรสขม มีคุณ-สมบัติเป็นด่าง ไม่ละลายน้ำ ใช้เป็นยาระงับปวด ยาชาเฉพาะที่ ยาแก้ไอ แก้หอบหืด รักษาแผลในกระเพาะอาหาร สมุนไพรที่พบสารอัลคาลอยด์ เช่น ลำโพง หมาก ดองดึงส์ และซินโคนา

4. กลัยโคไซด์ (glycoside) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดจาก aglycone จับกับน้ำตาลทำให้ละลายน้ำได้ดีขึ้น ส่วนที่ไม่ใช่น้ำตาลจะมีสูตรโครงสร้างและมีฤทธิ์ทางเภสัชแตกต่างกันออกไป เช่น แอนทราควิโนนจะมีฤทธิ์เป็นยาถ่าย steroid ลดการอักเสบ เป็นต้น

5. กัม (Gum) เป็นของเหนียวที่พบในพืชบางชนิดจะพบเมื่อกรีด หรือทำให้พืชนั้นเป็นแผล บางชนิดใช้เป็นยา

6. แทนนิน (tannin) พบในพืชหลายชนิด มีรสฝาด มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ใช้บรรเทาอาการท้องร่วง และมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สมุนไพรที่มีแทนนิน เช่น เปลือกทับทิม เปลือกอบเชย ใบฝรั่ง เปลือกและใบสีเสียดเป็นต้น

7. ลาเทกซ์ (Latex) เป็นยางสีขาวเหมือนน้ำนม ประกอบด้วยแป้ง gum resin และสารอื่น ลาเทกซ์เมื่อรวมกับสารเคมีบางชนิดจะได้สาร phorbol ซึ่งก่อให้เกิดมะเร็ง

8. ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นสารประกอบคาร์บอนและออกซิเจน ช่วยลดการอักเสบ ขยายหลอดลม ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย

9. ซาโปนิน (Saponin) เป็นสารประเภทกลัยโคไซด์ มีคุณสมบัติทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เป็นพิษต่อสัตว์เลือดเย็น

10. ไซยาโนจีนิก กลัยโคไซด์ (Cyanogenic glycoside) เป็นสารเคมีที่มีอยู่ในพืชบางชนิด เช่น มันสำปะหลัง สารนี้เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์จะได้ไซยาไนด์ ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย โดยไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แย่งจับกับเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถจับกับออกซิเจนได้ สารพวกนี้ถูกทำลายง่ายด้วยความร้อน

11. น้ำมันหอมระเหย (volatile oil หรือ essential oil) พบมากในพืชเขตร้อน เป็นน้ำมันมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว สกัดออกจากส่วนของพืชโดยการกลั่นด้วยไอน้ำหรือการบีบ ใช้ปรุงแต่งกลิ่นยาและอาหาร ใช้ทำน้ำหอม พืชที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น กระเทียม ขิง ไพร มะกรูด ตะไคร้ กานพลู อบเชย

องค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่ในสมุนไพรและเครื่องเทศแต่ละชนิดมีความสำคัญ และใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง จึงมีการนำสมุนไพรต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น กานพลูใช้ในการผลิตสบู่ เครื่องสำอาง ลูกจันทร์และดอกจันทร์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องหอม ขมิ้นใช้ในอุตสาหรรมย้อมผ้า เป็นต้น รวมถึงการนำมาเป็นส่วนผสมในอาหาร โดยนอกจากจะเพิ่มกลิ่น สี และรสชาติแล้ว น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากสมุนไพร ยังสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเน่าเสีย ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ได้

พนัส วงศ์วรรณ (2538) พบว่าสารสกัดจากข่าที่สกัดด้วยเฮกเซน สามารถกำจัดด้วงถั่วเขียวได้ โดยแสดงคุณสมบัติในการไล่แมลง ทำให้แมลงตายเมื่อสัมผัสกับสาร และทำให้การวางไข่ของแมลงลดน้อยลง เมื่อนำสารสกัดจากข่ามาคลุกเคล้าเมล็ด พบว่ามีค่า $LC_{50}$ เท่ากับ 19,100 พีพีเอ็ม

อภิษฎา รัศมี (2541) ทดสอบสารสกัดที่ได้จากต้นตีนเป็ดน้ำ ใบสำปะหลุย ใบเนียมหูเสือ ใบและยอดฟินกระต่าย และใบลำเพย จำนวน 35 ชนิด พบว่าสารสกัดในส่วนของเมทานอล คลอโรฟอร์ม เฮกเซน และ aqueous-hexane ของพืชทั้ง 5 ชนิด มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัส herpes simplex virus type 2 strain 186 และ HSV-2 ซึ่งแยกได้จากผู้ป่วยโรคเริม

Bullerman *et al.* (1977) ทดสอบน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากอบเชยและกานพลู พบว่ามีองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีเป็น cinnamic aldehyde และ eugenol ตามลำดับ ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* ได้

Hitokoto *et al.* (1980) ศึกษาสารสกัด eugenol ซึ่งสกัดได้จากกานพลูและ thymol ซึ่งสกัดได้จากไทม์ ที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus* sp. ได้อย่างสมบูรณ์

Farag *et al.* (1989) ทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิดที่ได้จาก rosemary, sage ขมิ้น เทียนตากบ กานพลู และ ไทม์ ต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ 3 สายพันธุ์ แกรมบวก 4 สายพันธุ์ acid fast bacteria 1 สายพันธุ์ และยีสต์ 1 สายพันธุ์ พบว่าแบคทีเรียแกรมบวก มีความไวต่อสมุนไพรเครื่องเทศมากกว่าแกรมลบ ซึ่งผลการยับยั้งจะแตกต่างกันไปตามชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสมุนไพรที่ใช้ และพบว่า thymol และ cumin oil ให้ผลในการยับยั้งการเจริญได้ดีที่สุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพร

Chatterjee (1990) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย 12 ชนิด ต่อการยับยั้งการปนเปื้อนและการเจริญของเชื้อรา ในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าน้ำมันหอมจาก กานพลู ชุมเห็ดเทศ (ตั้งแต่ 30 ไมโครลิตรต่อกรัม) ยี่หร่า (ตั้งแต่ 40 ไมโครลิตรต่อกรัม) geranium (ตั้งแต่ 30 ไมโครลิตรต่อกรัม) และโหระพา (50 ไมโครลิตรต่อกรัม) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus*, *Curvularia pallescens* และ *Chaetomium indicum* ได้เท่าๆ กับการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. glaucus*, *A. niger* และ *A. sydowi* ซึ่งตามธรรมชาติของน้ำมันหอมเหล่านี้ก็จะสามารถป้องกันการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ได้ และในระหว่างการทดลองพบว่า ลูกจันทร์ ขิง และขมิ้น ที่ระดับ 50 ไมโครลิตรต่อกรัม สามารถยับยั้งการปนเปื้อนและการเจริญของเชื้อราได้ในระยะสั้นๆ เท่านั้น

Sinha *et al.* (1993) ศึกษาผลของน้ำมันกานพลูและอบเชย ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในอาหารเหลว SMKY และในเมล็ดข้าวโพดต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าน้ำมันกานพลูและอบเชยที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในอาหารเหลวได้ และน้ำมันอบเชยความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมข้าวโพด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินในข้าวโพดได้สูงสุดถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันกานพลูไม่สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมข้าวโพด

Mahmoud (1994) ศึกษาผลการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* โดยใช้น้ำมันหอมระเหย 20 ชนิด ที่ความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม พบว่าน้ำมันหอมระเหยบางชนิดเท่านั้นที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซิน โดย geranol, nerol, citronellol, cinnamaldehyde และ thymol สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ คือค่า MIC ของ geranol, nerol และ citronellol เท่ากับ 500 พีพีเอ็ม ขณะที่ cinnamaldehyde และ thymol มีค่า MIC เท่ากับ 200 และ 250 พีพีเอ็ม ตามลำดับ และเป็นที่น่าสังเกตว่า citral, citronellol และ eugenol สามารถป้องกันการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้นานกว่า 8 วัน แต่อย่างไรก็ตามหลังจากบ่มเชื้อเป็นเวลา 15 วัน พบว่าการสร้างอะฟลาทอกซินจะสูงกว่าชุดควบคุม

**2.8.2 ส่วนของพืชที่ใช้ทำยา**

พืชที่ใช้ทำยาอาจเก็บมาในลักษณะสดหรือแห้ง ถ้าองค์ประกอบทางเคมีไม่คงตัว พืชนั้นจะถูกใช้ในสภาพสด การนำพืชมาใช้เป็นยาจะใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชดังนี้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ราก (root) และเหง้า (rhizome) "ราก" หมายถึง รากแก้วใหญ่ รากบางชนิดประกอบด้วยรากและลำต้นใต้ดินหรือเหง้า ซึ่งถูกเก็บมาพร้อมราก เช่น รากปลาไหลเผือก รากชะเอม "เหง้า" หมายถึง ลำต้นใต้ดินขนาดใหญ่ บางครั้งจะเจริญออกด้านข้าง เหง้าที่ใช้เป็นยา เช่น ขิง และขมิ้น

2. รากหัว (tuber) และหัว (bulb) "รากหัว" หมายถึง ส่วนสะสมอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากรากฝอย เช่น หัวมันฝรั่ง หัวมันแกว "หัว" หมายถึง ส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากลำต้นใต้ดิน มีใบเกล็ดสำหรับสะสมอาหาร บางครั้งก็เป็นเพียงกาบใบชั้นในแห้งๆ เช่น หัวพลับพลึง หัวหอม และหัวกระเทียม

3. ใบ (leaf) หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ ฐานใบซึ่งมีหูใบหรือใบหุ้ม ก้านใบ แผ่นใบ เช่น ใบมะขามแขก และใบหม่อน

4. ดอก (flower) หมายถึง ดอกเดี่ยวหรือช่อดอก ดอกสมบูรณ์ประกอบด้วย กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย เช่น ดอกกานพลู และดอกคำฝอย

5. ผล (fruit) และเมล็ด (seed) "ผล" หมายถึง ส่วนที่หุ้มเมล็ดผล บางชนิดไม่มีเมล็ด เช่น กล้วย สับปะรด "เมล็ด" หมายถึง ส่วนที่เจริญมาจากรังไข่ที่ได้รับการผสม สมุนไพรที่ใช้ส่วนของเมล็ด เช่น ลูกจันทร์ และละหุ่ง

**2.8.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของสมุนไพร**

คุณภาพและประสิทธิภาพที่แตกต่างกันของยาสมุนไพรและสารสกัดจากพืช มีสาเหตุจากองค์ประกอบเคมีที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นกับหลายปัจจัยดังนี้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

**2.8.3.1 ระยะเวลาเก็บเกี่ยว**

ปริมาณสารที่เป็นองค์ประกอบในพืชจะมากหรือน้อยขึ้นกับระยะเวลาในการเจริญของพืช ซึ่งควรทราบระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวสมุนไพรแต่ละชนิดเป็นอย่างดี ซึ่งหลักในการเก็บเกี่ยวสมุนไพรที่สำคัญ คือ พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยควรเก็บขณะดอกกำลังบาน รากควรเก็บเมื่อกระบวนการสร้างอาหารหยุดแล้ว เนื่องจากจะมีการสะสมอาหารที่รากหรือเก็บขณะที่เริ่มมีดอก ใบควรเก็บก่อนหรือเริ่มออกดอกและเก็บในเวลากลางวันอากาศแห้งเนื่องจากมีปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงสูง สมุนไพรที่เป็นเปลือกควรเก็บก่อนที่จะเริ่มผลิใบใหม่ ถ้ากิ่งหรือใบใหม่ผลิออกแล้วสารที่เปลือกจะถูกลำเลียงไปเลี้ยงส่วนใหม่ของพืช ดอกควรเก็บเมื่อดอกเจริญเต็มที่ คือดอกตูมหรือแรกแย้ม ผลควรเก็บเมื่อผลโตเต็มที่แล้วแต่ยังไม่สุก ถ้าผลสุกงอมสารต่างๆ อาจถูกทำลายหรือนำไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของเมล็ด ซึ่งจะเจริญไปเป็นต้นอ่อน และสมุนไพรที่เป็นเมล็ดควรเก็บเวลาที่ผลสุกงอมเต็มที่ เพราะตอนที่เมล็ดแก่มากจะมีสารสำคัญสะสมอยู่มาก (นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์. 2534)

**2.8.3.2 การแปรรูปและเก็บรักษาสมุนไพร**

สมุนไพรและชิ้นส่วนพืชแต่ละชนิดจะมีวิธีการแปรรูปและเก็บรักษาแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งคุณภาพของสมุนไพรส่วนหนึ่งย่อมจะเกี่ยวข้องกับการแปรสภาพและวิธีการเก็บรักษา ดังนั้น เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจึงควรเอาใจใส่ในการเก็บรักษา เพื่อป้องกันการเสื่อมคุณภาพและป้องกันเชื้อราที่มักจะทำความเสียหายให้กับสมุนไพรในระหว่างการเก็บรักษา โดยสมุนไพรที่เป็นรากและส่วนที่อยู่ใต้ดินให้คัดขนาดพอๆ กันล้างให้สะอาดเอารากฝอยออกให้หมดหั่นเป็นชิ้นพอเหมาะทำให้แห้งในอุณหภูมิที่เหมาะสม เปลือกหั่นเป็นชิ้นขนาดพอดีและตากให้แห้งทันที ส่วนสมุนไพรที่ใช้ทั้งใบและต้น เช่น โหระพา กระเพรา ก่อนที่ยาจะแห้งสนิทควรมัดเป็นกำป้องกันการหลุดร่วง สมุนไพรที่ใช้ดอกควรตากหรืออบให้แห้งแต่ควรรักษารูปดอกไว้อย่างสมบูรณ์ไม่ให้ตัวยาถูกทำลายสูญเสีย เช่น ดอกกานพลู ส่วนผลควรตากแดดให้แห้งแล้วเอาเปลือกออก (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541)

การแปรสภาพสมุนไพรส่วนใหญ่ใช้วิธีทำให้แห้ง อุณหภูมิที่ทำแห้งโดยทั่วไปจะใช้ 50-60 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาควรเก็บในภาชนะปิด ป้องกันแสงและควรเก็บในสภาพทั้งชิ้น เพราะอายุของสมุนไพรจะลดลงตามขนาดของสมุนไพรและปริมาณน้ำ สมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหยไม่ควรใช้พลาสติกบรรจุ เพราะจะสูญเสียน้ำมันหอมระเหยไปรวดเร็ว ควรเก็บสมุนไพรแห้งไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้แล้วยังต้องป้องกันลม ความชื้นและแสงแดดด้วย (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543 )

**2.8.3.3 อายุของสมุนไพร**

สมุนไพรแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน องค์ประกอบต่างๆ นี หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสมุนไพรจะมีอายุดังนี้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

- สมุนไพรที่มีสารแอลคาลอยด์ 3 ปี
- สมุนไพรที่มีน้ำมันหอมระเหย 1.5-2 ปี
- สมุนไพรที่มีซาโปนิน 5 ปี
- สมุนไพรที่มีแอนทราควิโนน 3-5 ปี
- สมุนไพรที่มีฟลาโวนอยด์ 5 ปี
- สมุนไพรที่มีสารเมือก 1 ปี
- น้ำมันหอมระเหย 2 ปี
- สมุนไพรที่มีสารขม 1.5-3 ปี

## 2.9 การสกัดสารสำคัญจากพืช

วิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชอาจทำได้หลายวิธีดังนี้ (อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536)

1. Maceration เป็นวิธีการหมักสมุนไพรในตัวทำละลายที่เหมาะสมในภาชนะปิด ทิ้งไว้เป็นเวลาพอสมควรแล้วกรองเอาสารสกัดออก พยายามบีบเอาสารละลายออกจากกากให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจสกัดซ้ำหลายครั้งจนหมด วิธีนี้มีข้อดี คือ สารไม่ถูกความร้อน แต่เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองตัวทำละลายที่ใช้สกัด

2. Precolation เป็นวิธีการหมักและสกัดสารอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Precolator โดยนำสมุนไพรหมักกับตัวทำละลาย ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เริ่มไขเอาสารออก โดยคอยเติมตัวทำละลายให้เหนือสมุนไพรอย่าให้แห้ง เก็บสารสกัดจนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์

3. Continuous extraction เป็นวิธีการสกัดอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ สกัดด้วยเครื่อง soxhlet apparatus ตัวทำละลายที่สกัดสารแล้วจะถูก siphon ลงไปในฟลาสก์ ซึ่งได้รับความร้อนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นตัวทำละลายจะระเหยขึ้นไปเมื่อถูกควบแน่นก็จะกลั่นตัวลงมากระทบสมุนไพรจนถึงปริมาณ siphon tube ซึ่งจะ siphon ลงไปใน extraction flask ใหม่ เป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนการสกัดสมบูรณ์ วิธีนี้ใช้ความร้อนร่วมด้วย อาจทำให้สารสำคัญในพืชบางชนิดสลายตัว

## 2.10 การเลือกใช้ตัวทำละลาย

การสกัดสมุนไพรจะได้ผลดีหรือไม่อยู่ที่การคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสม ดังนั้นการเลือกตัวทำละลายต้องคำนึงถึงคุณสมบัติดังนี้ (Houghton and Lama. 1998 )

1. ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อการแยกตัวทำละลายออกจากสารสกัดที่ต้องการ หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการสกัด เช่น การสกัดสารที่ให้กลิ่น ตัวทำละลายควรมีจุดเดือดต่ำเพื่อจะได้แยกออกจากสารสกัดได้ง่าย นอกจากนี้การระเหยของสารละลายจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น คลอโรฟอร์มหรือไดเอทิลอีเทอร์จะมีผลต่อระบบหายใจ อาจเป็นลมหมดสติได้ และยังทำลายเนื้อเยื่อสมองด้วย นอกจากนี้อะซิโตไนไตรล์ (acetonitrile) และเมทานอล ถ้าได้รับเพียงเล็กน้อยจะเป็นพิษต่อตับและเป็นสารก่อมะเร็งด้วย

2. เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่เราต้องการ ได้ดี

3. ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่เราต้องการ

4. ราคาพอสมควร ในการสกัดควรเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีราคาถูกแต่ให้ผลไม่แตกต่างกัน เช่น การใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ซึ่งมีส่วนผสมของอัลเคน (alkane) แทนเฮกเซน (hexane) ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกันแต่ราคาถูกกว่าครึ่งหนึ่ง

5. ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการติดไฟ และจุดเดือดของตัวทำละลาย เพื่อจะไม่เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

การเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมมีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพของสมุนไพรที่สกัดได้ ทวีศักดิ์ จรรยาเจริญ (2540) ศึกษาผลของสารสกัดจากต้นลิ้นแรดต่อการป้องกันการบาดเจ็บหรือการตายของเซลล์ตับในหนูทดลอง พบว่าสารสกัดลิ้นแรดที่สกัดด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ป้องกันการบาดเจ็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเซลล์ที่แยกจากตับ ในขณะที่สารสกัดจากตัวทำละลายเฮกเซนและเอทิลอะซิเตต(ethyl acetate) มีฤทธิ์ต่ำมาก ธารทิพย์ ภาสบุตร (2540) ทดลองแยกส่วนของสารสกัดด้วยเอทานอลของว่านน้ำ โดยใช้น้ำและเอทิลอะซิเตตเป็นตัวสกัดสาร พบว่าสารสกัดจากว่านน้ำแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายในน้ำและส่วนที่ละลายในเอทิลอะซิเตต จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารทั้ง 2 ส่วน พบว่าส่วนที่ละลายในเอทิลอะซิเตตสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletorichum gloeosporioides* สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสของมะม่วงได้ดีกว่าส่วนที่ละลายในน้ำ เมื่อนำส่วนที่ละลายในน้ำ ส่วนที่ละลายในเอทิลอะซิเตต และสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลของว่านน้ำ มาทดลองป้องกันการเกิดโรคแอนแทรคโนสบนผลมะม่วง พบว่าสารส่วนที่ละลายในน้ำและส่วนที่ละลายในเอทิลอะซิเตตที่ความเข้มข้น 2,500 และ 5,000 พีพีเอ็ม ป้องกันการเกิดโรคได้ดีกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยเอทานอลของว่านน้ำ

## 2.11 องค์ประกอบที่ต้องคำนึงถึงในการสกัดสมุนไพร

การสกัดสมุนไพรให้ได้สารตรงตามความต้องการ มีข้อควรคำนึงต่างๆ ดังนี้ (Houghton and Lama. 1998 )

1. ความมีขั้ว ก่อนการสกัดต้องศึกษาก่อนว่าองค์ประกอบของสารที่เราต้องการ มีความสัมพันธ์กับวิธีการสกัดใด รวมถึงการเลือกใช้ตัวทำละลายด้วย ว่าจะเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วหรือไม่มีขั้ว ถ้าสารที่เราต้องการเป็นสารพวกน้ำมัน หรือน้ำมันหอมระเหย ควรเลือกตัวทำละลายที่ไม่ขั้วจึงจะเหมาะสม

2. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดด่างที่เปลี่ยนไปจะมีผลต่อความสามารถในการละลายของสาร ถ้าตัวทำละลายที่ใช้สกัดมีค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมจะได้สกัดสารที่ต้องการได้มากขึ้น เช่น ตัวทำละลายที่เป็น alkaline จะใช้สกัดสารพวกกรดไขมัน(fatty acid) ส่วนการสกัดอัลคาลอยด์ (alkaloid) จะสกัดในตัวทำละลาย polar aqueous acid

3. อุณหภูมิ ความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของตัวทำละลายมากขึ้น เนื่องจากตัวทำละลายสามารถแทรกตัวและซึมผ่านเข้าไปในเซลล์และส่วนต่างๆ ของพืชได้มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบบางอย่างที่ไม่คงตัวที่อุณหภูมิสูงจะสูญเสียไป

ดังนั้นการสกัดสมุนไพรเพื่อให้ได้สารที่ออกฤทธิ์ตามที่ต้องการจึงควรคำนึงถึงตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดด้วย ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากตัวทำละลายแต่ละชนิดจะสกัดองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในพืชได้แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากพืชซึ่งใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

| Polarity | Solvent | Chemical class extracted | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Low | Light petroleum | waxes | Fats | Fixed oil | Volatile oil |
| | hexane | waxes | Fats | Fixed oil | Volatile oil |
| | cyclohexane | waxes | Fats | Fixed oil | Volatile oil |
| | toluene | alkaloids | Fats | Fixed oil | Volatile oil |
| | chloroform | alkaloids | Aglucones | Fixed oil | Volatile oil |
| Medium | Dichloromethane | alkaloids | Aglucones | - | - |
| | Diethylether | alkaloids | Aglucones | - | - |
| | Ethylacetate | alkaloids | Aglucones | Glycoside | - |
| | Acetone | alkaloids | Aglucones | Glycoside | - |
| | Ethanol | - | - | Glycoside | - |
| | Methanol | sugars | Amino acid | Glycoside | - |
| High polarity | Water | sugars | Amino acid | Glycoside | - |
| | Aqueous acid | sugars | Amino acid | - | Base acids |
| | Aqueous alkali | sugars | Amino acid | - | |

ที่มา : Houghton and Lama. 1998

## 2.12 การควบคุมการปนเปื้อนและการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซินโดยสมุนไพร

สมุนไพรสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิด เนื่องจากมีองค์ประกอบแตกต่างกันในแต่ละชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้กว้าง รวมถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อราบางชนิดได้เป็นอย่างดี

ดุษณี ธนะบริพัฒน์ และคณะ (2532) ศึกษาผลของสมุนไพร 4 ชนิด คือ มะนาว หอม กระเทียม และขิง ที่ความเข้มข้น 20,000, 40,000, 60,000, 80,000 และ 100,000 พีพีเอ็ม ต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* 102566 บนอาหาร PDA พบว่า หอม และ ชุดควบคุม ให้ผลการยับยั้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ความเข้มข้นระดับเดียวกัน แต่สำหรับมะนาว กระเทียม และขิง จะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่ากระเทียมจะให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด

พรทิพย์ ชมภูมิ่ง (2537) นำสารสกัดสมุนไพร 33 สารสกัด ที่ความเข้มข้น 5,000 พีพีเอ็ม ซึ่งสกัดจากสมุนไพร 11 ชนิด โดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) เฮกเซน และเมทานอลไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ด้วยวิธี poisoned food technique และนำสารสกัด 8 ชนิด ที่คัดเลือกได้ไปทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่ากานพลูที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน และเฮกเซนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สูงสุด คือ 100 % ที่ระดับความเข้มข้น 35 พีพีเอ็ม และมีค่าความเป็นพิษต่อเชื้อรา *A. flavus* มากสุด คือ มีค่า $ED_{50}$ เท่ากับ 4.40 และ 13.32 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

จิราภรณ์ สุขบรรเทิง (2538) ศึกษาผลของตะไคร้ต่อการยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ โดยการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเมแทบอลิซึมของอะฟลาทอกซิน โดยใช้สารสกัดตะไคร้ซึ่งสกัดด้วยเฮกเซนและเอทานอล พบว่าสารสกัดจากเฮกเซนสามารถยับยั้งการก่อกลายพันธุ์เนื่องจากอะฟลาทอกซิน $B_1$ ได้ดีกว่าสารสกัดเอทานอล โดยการยับยั้งจะเกิดเนื่องจากอะฟลาทอกซิน $B_1$ ได้รับการกระตุ้นด้วยเอนไซม์จากตับคนและตับหนูขาว โดยอาจมีกลไกการยับยั้งเอนไซม์ cytochrome P450 หรือกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ demethylase ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงอะฟลาทอกซิน $B_1$

ดุษณี ธนะบริพัฒน์ และคณะ (2543) ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากใบและก้านสะเดาที่ระดับความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซิน 2 ชนิด คือ *A. flavus* และ *A. parasiticus* ในอาหาร PDA พบว่าสารสกัดหยาบจากใบสะเดาที่ความเข้มข้น 6 และ 2 กรัมต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* ได้ ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดหยาบจากก้านสะเดาที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* ได้ คือความเข้มข้น 2 และ 4 กรัมต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

Hitokoto *et al.* (1980) ศึกษาผลของเครื่องเทศ 29 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราสายพันธุ์ *Aspergillus* พบว่า กานพลู ยี่หร่า และเครื่องเทศทุกชนิดสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ และพบว่าสารสกัด eugenol ที่ได้จากการสกัดกานพลูและไทม์ มีส่วนสำคัญให้เกิดการยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัด anetol ที่สกัดได้จากยี่หร่า สามารถยับยั้งการเจริญที่ระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Mishra and Dubey (1990) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากสมุนไพรสด 9 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 พีพีเอ็ม ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Amonum subalarum* ยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพร *Aegle marmelos, Ageratum houstonianum, Alpinia galanga* และ *Lippia alba* ยับยั้งได้ 87 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขมิ้นกระวาน และ *Arternisia vulgaris* ยับยั้งได้ 70, 60 และ 66.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากสมุนไพรเหล่านี้สามารถยับยั้งเชื้อราก่อโรคพืชได้อีก 20 ชนิด ซึ่งประสิทธิภาพในการยับยั้งดีกว่ายาฆ่าเชื้อราทางการค้า และพบว่าสารสกัดสมุนไพรเหล่านี้ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดเมื่อทดสอบในเมล็ดข้าว

Sinha (1990) ศึกษาผลของการสกัดสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในธัญพืช (ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด) และใน oil-seed (ถั่วลิสงและ mustard) พบว่าสมุนไพร 6 ชนิด ซึ่งมีสารฟลาโวนอยด์ เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ได้แก่ *Croton spersiflorum, Commiphora roxburghii, Lawsonia alba, Myrtus communis, Taxodium distichum* และ *Thysanolaena maxima* ให้ผลในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ บนอาหารอย่างน้อย 2 ชนิด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบสารประกอบฟีนอล 10 ชนิด และวิเคราะห์ไม่ได้อีก 6 ชนิด จึงนำสารประกอบฟีนอล 3 ชนิด ได้แก่ tannic acid, caffeic acid และ phloroglucinol มาศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าสารประกอบฟีนอลทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินในธัญพืช และ oil-seeds ได้มากกว่า 55 เปอร์เซ็นต์

Masood and Ranjan (1991) ทดสอบสารสกัดสมุนไพร 4 ชนิด คือ *Argimone mexicana, Cyperus rotundus, Euphobia hirta* และ มะแว้งนก (*Solanum nigrum*) ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหารเหลว sucrose magnesium sulphate potassium nitrate yeast extract (SMKY) พบว่าสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ และพบว่า *Euphobia hirta* ให้ผลในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงที่สุด คือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์และยับยั้งการเจริญได้ 27 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7 วัน

Ranjan *et al.* (1991) ทดสอบสารสกัดสมุนไพร 15 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้าง อะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าสารสกัดจาก *Streblius asper,* ชิงเฮา (*Artemisia indica*), *Adhatoda zeynatica, Morus indica,* มะขามป้อม และมะนาวสามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ และ $B_2$ ได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และการสร้างอะฟลาทอกซินจะไม่สัมพันธ์กับการเจริญของเชื้อรา

Salmeron and Pozo (1991) ศึกษาผลของสารสกัดอบเชยและกานพลู ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* ในอาหารเหลว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4, 7, 10, 14 และ 21 วัน พบว่าอบเชยที่ระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และกานพลูที่ระดับความเข้มข้น 0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้ แต่ที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่านี้สามารถยับยั้งการเจริญได้แต่ไม่สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซิน

Badei (1992) พบว่าน้ำมันกานพลูสามารถยับยั้งเชื้อราได้หลายชนิด เช่น *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus*, *P. notulum*, *P. roquefortii* และ *P. citrinum* และจากการแยกองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันกานพลูโดยใช้ gas liquid chromatography และ gas liquid chromatography ร่วมกับ mass spectroscopy พบว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ที่อยู่ในน้ำมันกานพลู คือ alpha terpinyl acetate ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการยับยั้งเชื้อรา โดยน้ำมันกานพลูสามารถลดการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* ได้ 51.5 และ 50.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเติมน้ำมันกานพลูในอาหารเพียง 0.05 เปอร์เซ็นต์

Kumar and Parsad (1992) ศึกษาผลของสารสกัดจากต้น *Andrographis peniculata* (หรือต้น Kalmegh, อินเดีย) โดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 3, 5, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ ได้ 75.1 และ 78.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Parsad *et al.* (1994) ศึกษา *Amorphophallus campanulatus* (OL) ซึ่งเป็นไม้พุ่มพันธุ์พื้นเมืองของประเทศอินเดีย และมี calcium oxalate เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญ พบว่าสารสกัดจากใบของพืชชนิดนี้ ที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 4.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ของสารสกัดที่เตรียมไว้เข้มข้น 20 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ได้อย่างสมบูรณ์และยับยั้งการเจริญได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วน calcium oxalate ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืชชนิดนี้ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Shankarrao *et al.* (1994) ศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพร *Azadirachta indica*, *Aristilochia bracteata*, *Sapindus emarginatus* และ *Euphobia cyparissias* โดยใช้เมทานอลเป็นตัวสกัด พบว่าสมุนไพร *Azadirachta indica*, *Aristilochia bracteata*, *Sapindus emarginatus* และ *Euphobia cyparissias* ให้ผลในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ได้ 92, 80, 79 และ 68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าการสร้างอะฟลาทอกซินไม่มีความสัมพันธ์กับการเจริญของเชื้อรา

Shantha *et al.* (1996) กล่าวว่าของเหลวที่สกัดได้จากชาและกาแฟจะมีผลข้างเคียงต่อการตรวจหาปริมาณอะฟลาทอกซิน $B_1$ ทางอ้อมโดยใช้เชื้อ *Bacillus magaterium* เนื่องจากองค์ประกอบที่อยู่ในชาและกาแฟเป็นปัจจัยต่อการเปลี่ยนแปลงหรือลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซิน $B_1$ ต่อเชื้อ *B. magaterium*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thanaboripat *et al.* (1997) ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากกระเทียม กานพลู และแครอท ที่ระดับความเข้มข้น 20,000, 40,000, 60,000, 80,000 และ 100,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในข้าว พบว่า กระเทียม กานพลู และแคร-รอท สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ โดยกระเทียมและกานพลูที่ความเข้มข้น 20,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จะลดระดับอะฟลาทอกซินจาก 5.94 เหลือเพียง 0.06 ไมโคร-กรัมต่อกรัม ขณะที่แครอทที่ความเข้มข้นเดียวกัน จะลดปริมาณอะฟลาทอกซินได้สูงที่สุดจาก 5.94 เหลือ 0.03 ไมโครกรัมต่อกรัม

Fan and Chen (1999) ศึกษาผลของการสกัดหอมหัวใหญ่ด้วยเอทานอลต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* พบว่าการมีชีวิตรอดของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ได้รับสารสกัด โดยการเจริญและการสร้างงอะฟลาทอกซินของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดจะถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์ในอาหาร yeast-extract-sucrose เมื่อเติมสารสกัดหอมหัวใหญ่เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน และสามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้มากกว่าการเติมสารสกัดหอมหัวใหญ่ที่ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หลังจากการเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และพบว่าสารสกัดจากหอมหัวใหญ่สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดีกว่าการเติม sorbate และ propionate ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน

Hasan (1999) ศึกษาผลของแทนนินและคาเฟอีนที่อยู่ในชาดำและกาแฟต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* var. *globosus* IMI 120920 พบว่าเชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินในชาดำและกาแฟที่ผ่านกระบวนการกำจัดสารแทนนินและคาเฟอีนออก ได้มากกว่าที่ไม่ผ่านกระบวนการกำจัดแทนนินถึง 5 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากชาผงและกาแฟ เข้มข้น 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินในอาหารเหลวได้ และการคั่วเมล็ดกาแฟที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีผลต่อการลดปริมาณอะฟลาทอกซินเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 จุลินทรีย์

1. *Aspergillus flavus* IMI 242684 จาก International Mycological Institute, ประเทศอังกฤษ
2. *Aspergillus parasiticus* IMI 102566 จาก International Mycological Institute, ประเทศอังกฤษ
3. *Aspergillus flavus* M.113 จากกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
4. *Aspergillus. flavus* S.156 จากกรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

## 3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. หลอดทดลอง (test tube) จากบริษัท Pyrex
2. เข็มเขี่ย (needle)
3. ลูป (loop)
4. ตู้เขี่ยเชื้อ (larminar air flow ) จากบริษัท Issco รุ่น BVT 123
5. ผ้าขาวบาง (gauze)
6. สำลี (cotton)
7. เครื่องบด (blender) จากบริษัท National
8. ชุดกรอง (millipore filter) จากบริษัท Amocon
9. สไลด์นับเซลล์ (Haemacytometer) จากบริษัท Bosco
10. กระดาษกรองเบอร์ 1 (filter paper no.1) จากบริษัท Whatman
11. จานเพาะเชื้อ (petri dishes) จากบริษัท Pyrex
12. แผ่น paper disc เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จากบริษัท Becton
13. เวอร์เนียดิจิตอล (digital virnier caliper) จากบริษัท Shimazu
14. ปากคีบ (forceps)
15. บีกเกอร์ (beaker) จากบริษัท Pyrex
16. ปิเปตต์ (pipette) จากบริษัท Pyrex
17. กระบอกตวง (cylinder) จากบริษัท Pyrex
18. ไมโครปิเปตต์ (micro pipette) ขนาด 5-40 ไมโครลิตร จากบริษัท Rainin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ขวดเตรียมอาหาร (duran flask) จากบริษัท Pyrex
20. ขวดเก็บตัวอย่างขนาดเล็ก (vial) จากบริษัท อาศรม จำกัด
21. หม้ออังไอน้ำ (water bath) จากบริษัท Memmert
22. เครื่องชั่ง (balance) จากบริษัท Mettler รุ่น AG240
23. กล้องจุลทรรศน์ (microscope) จากบริษัท Olympus
24. หม้อนึ่งความดัน (autoclave) จากบริษัท TOMY รุ่น SS-325
25. เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) จากบริษัท Buchi รุ่น RE 111
26. กรวยแยก (separatory funnel) ขนาด 250 มิลลิลิตร จากบริษัท Pyrex
27. ฟลาสก์ก้นกลม (evaporator flask) ขนาดต่างๆ จากบริษัท Pyrex
28. ฟลาสก์รูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาดต่างๆ จากบริษัท Pyrex
29. ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) จากบริษัท GAST
30. แผ่นให้ความร้อน (hot plate) จากบริษัท GEM
31. เครื่อง LiChrolute (LiChrolut Column Chromatography) จากบริษัท MERCK
32. เครื่อง HPLC (High Performance Liquid Chromatography) จากบริษัท Shimazu
33. เครื่องวัดสัญญาน (Detector) ชนิด จากบริษัท Shimazu รุ่น UV spectrophotometic detecter SPD-10AVP
34. เครื่องบันทึกผล (recorder) จากบริษัท Shimazu รุ่น G-R7Ae Plus Chromatopac
35. คอลัมน์ (Column) HPLC ชนิด $C_{18}$ reverse phase จากบริษัท Hypersil รุ่น BDS-$C_{18}$
36. เครื่องกำจัดฟองอากาศ (degaser) จากบริษัท Shimazu รุ่น DGU-12A

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
2. เมทานอล เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
3. เมทานอล เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
4. คลอโรฟอร์ม เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
5. คลอโรฟอร์ม เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
6. แอมโมเนียมซัลเฟต เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
7. เฮกเซน เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
8. เฮกเซน เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
9. เบนซิน เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
10. กรดแอซีติก เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
11. เอทิลอีเทอร์ เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK
12. ไดคลอโรมีเทน เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. อะซีโตน เกรดวิเคราะห์ จากบริษัท MERCK

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

Potato Dextrose Agar (PDA) จากบริษัท Scharlau

## 3.3 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

สมุนไพรที่ใช้ส่วนผลสุกคือ หมาก กัลปพฤกษ์

สมุนไพรที่ใช้ส่วนใบและต้นคือ บัวบก แพงพวยน้ำ

สมุนไพรที่ใช้ส่วนดอกแห้งคือ กานพลู กระเจี๊ยบแดง

สมุนไพรที่ใช้ส่วนเปลือกผลคือ ส้มเขียวหวาน ทับทิม มังคุด

สมุนไพรที่ใช้ส่วนผลดิบคือ มะเขือเทศ ยอ มะระขี้นก พริกไทย

สมุนไพรที่ใช้เหง้าหรือหัวคือ รางจืด หนอนตายอยาก ขมิ้นชัน หอมหัวใหญ่ ผักกาดหัว

สมุนไพรที่ใช้ส่วนใบคือ ผักชีฝรั่ง พลู ผกากรอง แพงพวยฝรั่ง ยูคาลิปตัส ชะพลู สาบเสือ

## 3.4 การเตรียมสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684

1. เขี่ยเชื้อจาก PDA slant ที่มีการเจริญ 7 วัน ลงในฟลาสก์ ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งมีอาหาร PDA ประมาณ 200 มิลลิลิตร ให้เชื้อมีการเจริญ 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

2. ทำสารละลายสปอร์ โดยเติมน้ำกลั่นผสม tween 80 เข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ 2-3 หยด ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ใช้ loop เขี่ยสปอร์ให้หลุดออกจากอาหาร แล้วนำสารละลายสปอร์ที่ได้ไปกรองด้วยชุดกรองสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้ว

3. นำสารละลายสปอร์ที่กรองได้นับจำนวนสปอร์ด้วยสไลด์นับเซลล์ ให้มีความเข้มข้นของสปอร์ $10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

## 3.5 วิธีสกัดสมุนไพร

วิธีการสกัดสมุนไพรเลือกการสกัดแบบ maceration สมุนไพรที่นำมาสกัดมีทั้งสมุนไพรสดและสมุนไพรแห้ง โดยดัดแปลงจากวิธีของ พรทิพย์ ชมภูมิ่ง (2536) และสุมาลี นันทวุฒิกุล (2543)

1. นำสมุนไพรล้างน้ำให้สะอาด ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ให้ได้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม

2. บดสมุนไพรด้วยเครื่องบด และสกัดสมุนไพร โดยใช้ตัวทำละลายชนิดแรก คือ น้ำกลั่นปลอดเชื้อ ใส่จนท่วมสมุนไพร หมักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อครบกำหนดนำมากรองกากสมุนไพรออกด้วยผ้าขาวบาง และนำของเหลวที่กรองได้มากรองซ้ำอีกครั้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำของเหลวที่ผ่านกระดาษกรองมาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องกลั่นสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส

4. นำเศษพืชที่เหลือจากการกรองไปหมักต่อด้วยวิธีเดิม แต่เปลี่ยนตัวทำละลายเป็นเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ โดยหมักสมุนไพรในเอทานอลเป็นเวลา 3 วัน และทำเช่นเดียวกับข้อ 3

5. นำสารสกัดเข้มข้นที่ได้จากข้อ 3 ไประเหยแห้งในหม้ออังไอน้ำอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส เก็บสารสกัดสมุนไพรไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

## 3.6 การเตรียมเชื้อราในจานเพาะเชื้อ

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ลงในฟลาสก์ ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว รอให้อาหารอุ่นที่อุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส ตวงอาหาร PDA 20 มิลลิลิตร เทลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อราเข้มข้น $10^6$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

## 3.7 การหาความชื้นในเมล็ดข้าวโพด

นำเมล็ดข้าวโพดมาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยวิธีของ Pomeranz and Meloan (1994) ดังนี้ อบภาชนะที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ทำอย่างน้อย 3 ครั้ง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนักภาชนะไว้ นำข้าวโพด 5 กรัม ใส่ในภาชนะแต่ละใบ บันทึกน้ำหนักของข้าวโพดพร้อมกับภาชนะแล้วนำไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักข้าวโพดพร้อมภาชนะอีกครั้งและวิเคราะห์หาความชื้นจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวโพดพร้อมภาชนะครั้งที่ 1} - \text{น้ำหนักข้าวโพดพร้อมภาชนะครั้งที่ 2})\times 100}{\text{น้ำหนักข้าวโพดจริง}}$$

## 3.8 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทรีทเมนต์ คือสารสกัดสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จานต่อ 1 ซ้ำ เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำกลั่น

เอกสารนี้... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลอดเชื้อปรับปริมาตรสมุนไพรที่สกัดได้ให้มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) หยดสมุนไพร ปริมาตร 25 ไมโครลิตร บนแผ่น paper disc แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมง ในตู้เขี่ยเชื้อ ส่วนทรีทเมนต์ควบคุม คือแผ่น paper disc ซึ่งหยดน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ ปริมาตร 25 ไมโคร-ลิตร นำแผ่น paper disc ที่มีสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 3.6 โดยนำแผ่น paper disc ซึ่งมีสารสกัดชนิดที่ 1-5 และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อ 1 จาน สำหรับสารสกัดชนิดที่ 6-10, 11-15, 16-20 และ 21-25 ก็วางเช่นเดียวกัน จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ (zone of inhibition) โดยใช้เวอร์เนียดิจิตอล นำข้อมูลที่ได้มาวิคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดัน-แคน (Duncan's New Multiple Range) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Monte and Alvera. 1998) เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ไปศึกษาต่อไป

### 3.9 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.8 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.8 ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จานต่อ 1 ซ้ำ เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำกลั่นปลอดเชื้อปรับปริมาตรสมุนไพรที่คัดเลือกได้ ให้มีความเข้มข้นระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับสมุนไพรชนิดนั้น หยดสมุนไพรปริมาตร 25 ไมโครลิตร บนแผ่น paper disc แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมงในตู้เขี่ยเชื้อ ส่วนทรีทเมนต์ควบคุม คือแผ่น paper disc ซึ่งหยดน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 25 ไมโครลิตร นำแผ่น paper disc ที่มีสารสกัดสมุนไพรความเข้มข้นต่างๆ และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 3.6 จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญโดยใช้เวอร์เนียดิจิตอล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เพื่อคัดเลือกระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.10 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.9 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.9 บล็อค คือระยะเวลาในการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยแต่ละทรีทเมนต์และบล็อคทดลอง 3 ถุง เริ่มต้นด้วยการชั่งเมล็ดข้าวโพดใส่ในถุงพลาสติกถุงละ 50 กรัม ฆ่าเชื้อเมล็ดข้าวโพดโดยการนึ่งภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เติมสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.9 ปริมาณต่างๆ ที่เหมาะสมกับสมุนไพรชนิดนั้น คลุกเคล้าสมุนไพรและเมล็ดข้าวโพดให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้นของสมุนไพรระดับต่างๆ ในเมล็ดข้าวโพด 50 กรัม ส่วนทรีทเมนต์ควบคุม คือข้าวโพดที่ไม่ใส่สมุนไพร จากนั้นปรับความชื้นข้าวโพดให้ได้ 23 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำกลั่นปลอดเชื้อและสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ให้ได้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นในถุงเป็น $10^6$ สปอร์ต่อกรัมข้าวโพด และนำแต่ละถุงไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างที่ 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน เพื่อนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราและตรวจหาความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดด้วยเครื่อง HPLC นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เพื่อคัดเลือกระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

**3.12.1 การนับจำนวนสปอร์ของเชื้อรา**

นำข้าวโพดที่เก็บตัวอย่างในวันต่างๆ จากการทดลองข้างต้นมาเติมน้ำกลั่นผสม tween 80 เข้มข้น 0.01 เปอร์เซ็นต์ 2-3 หยด ปริมาตร 100 มิลลิลิตร กรองเส้นใยออกด้วยชุดกรองสำลีที่ปลอดเชื้อ จากนั้นนำสารละลายสปอร์ที่กรองได้มานับจำนวนโดยใช้สไลด์นับเซลล์

**3.12.2 การสกัดอะฟลาทอกซิน**

การสกัดอะฟลาทอกซินโดยประยุกต์จากวิธี Sep Pak Method และวิธี Rapid Method (Seitz and Mohr. 1974)

นำตัวอย่างข้าวโพดจากการทดลองมาใส่ลงในเครื่องบด เติมเมทานอล 100 มิลลิลิตร ปั่นเป็นเวลา 1-2 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จะได้สารละลายเมทานอลที่มีอะฟลาทอกซินละลายอยู่ แบ่งสารละลายเมทานอลที่มีอะฟลาทอกซินละลายอยู่มา 40 มิลลิลิตร ใส่ในกรวยแยก เติมแอมโมเนียมซัลเฟตเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 80 มิลลิลิตร (อุ่นที่ 40-50 องศาเซลเซียส) แล้วเติมเฮกเซน 40 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น จากนั้นแยกชั้นเฮกเซนออกจากสารละลายเมทานอลและแอมโมเนียมซัลเฟต เติมคลอโรฟอร์มลงในสารละลายที่เหลือปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วแยกชั้นคลอโรฟอร์มออกมา (เติมคลอโรฟอร์มลงไปแล้วทำซ้ำอีกครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสารละลายชั้นคลอโรฟอร์มที่มีอะฟลาทอกซินละลายอยู่มาระเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ เติมส่วนผสมของคลอโรฟอร์มกับเฮกเซนในอัตราส่วน 3 ต่อ 7 ลงไป 10 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาผ่าน LiChrolut Column Chromatography ล้างคอลัมน์ด้วยเฮกเซน 10 มิลลิลิตร แล้วใช้ส่วนผสมของเบนซินกับกรดแอซีติก ในอัตราส่วน 95.5 ต่อ 4.5 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ล้างผ่านครั้งสุดท้ายด้วยส่วนผสมของเอทิลอีเทอร์กับเฮกเซน ในอัตราส่วน 60 ต่อ 40 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นชะล้างอะฟลาทอกซินออกจากคอลัมน์ โดยใช้ไดคลอโรมีเทนกับอะซีโตน ในอัตราส่วน 9 ต่อ 1 ปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำสารที่ได้ไประเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศจนแห้ง และนำไปวิเคราะห์อะฟลาทอกซินด้วยเครื่อง HPLC ต่อไป

**3.12.3 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดโดยใช้เครื่อง HPLC**

นำเมทานอล 1 มิลลิลิตร ละลายอะฟลาทอกซินที่อยู่ในขวดตัวอย่าง แล้วนำมากรองผ่าน membrane filter (millipore) 0.45 ไมโครเมตร เก็บไว้ในขวดเล็ก (vial) แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC ใช้ UV spectrophotometric detecter SPD เป็นเครื่องวัดสัญญาณที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร ใช้คอลัมน์ชนิด reverse phase $C_{18}$ ขนาด 4.9*25 เซนติเมตร เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ใช้อัตราส่วนของ เมทานอล : น้ำ : กรดแอซีติก (30:63:7) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที ฉีดสารตัวอย่างครั้งละ 100 ไมโครลิตร บันทึกโครมาโทแกรม (chromatogram) ของอะฟลาทอกซิน โดยใช้ G-R7Ae Plus Chromatopac เป็นเครื่องบันทึกผล คำนวณหาความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพด โดยนำค่าพื้นที่พีก (peak area) และค่า retention time ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน (รูปที่ ก-3 และ ก-4)

## 3.11 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.8 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสมุนไพร ซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.8 บล็อค คือเชื้อรา 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *A. flavus* M.113, *A. flavus* S.156 และ *A. parasiticus* IMI 102566 โดยแต่ละทรีทเมนต์และบล็อคทดลอง 5 จาน เริ่มต้นด้วยการใช้น้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปรับปริมาตรสมุนไพรที่คัดเลือกได้ ให้มีความเข้มข้นระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับสมุนไพรชนิดนั้น หยดสมุนไพรปริมาตร 25 ไมโครลิตร บนแผ่น paper disc แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมงในตู้เขี่ยเชื้อ ส่วนทรีทเมนต์ควบคุม คือแผ่น paper disc ซึ่งหยดน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ปริมาตร 25 ไมโครลิตร นำแผ่น paper disc ที่มีสารสกัดสมุนไพรความเข้มข้นต่างๆ และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 3.6 จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญโดยใช้เวอร์เนียดิจิตอล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เพื่อคัดเลือกระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA

## 3.12 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทรีทเมนต์ คือสารสกัดสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จานต่อ 1 ซ้ำ เริ่มต้นด้วยการใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรสมุนไพรที่สกัดได้ ให้มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) หยดสมุนไพรปริมาตร 25 ไมโครลิตร บนแผ่น paper disc แล้วปล่อยให้แห้งประมาณ 1 ชั่วโมงในตู้เขี่ยเชื้อ ส่วนทรีทเมนต์ควบคุม คือแผ่น paper disc ซึ่งหยดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 ไมโครลิตร นำแผ่น paper disc ที่มีสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ในข้อ 3.6 โดยนำแผ่น paper disc ซึ่งมีสารสกัดชนิดที่ 1-5 และแผ่น paper disc ควบคุม วางบนจานเพาะเชื้อ 1 จาน สำหรับสารสกัดชนิดที่ 6-10, 11-15, 16-20 และ 21-25 ก็วางเช่นเดียวกัน จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญโดยใช้เวอร์เนียดิจิตอล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของดันแคน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS เพื่อคัดเลือกสมุนไพรที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ไปศึกษาต่อไป

## 3.13 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.12 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.9 แต่ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสมุนไพร ซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.12 โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรสมุนไพรที่คัดเลือกได้ ให้มีความเข้มข้นระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับสมุนไพรชนิดนั้น ส่วนทรีทเมนต์ควบคุมให้หยดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ บนแผ่น paper disc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.14 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.13 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.10 แต่ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสมุนไพร ซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.13

## 3.15 การทดสอบอิทธิพลของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.12 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอื่นๆ บนอาหาร PDA และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองทำเช่นเดียวกับข้อ 3.11 แต่ทรีทเมนต์ คือความเข้มข้นระดับต่างๆ ของสมุนไพรซึ่งคัดเลือกได้จากข้อ 3.12 โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรับปริมาตรสมุนไพรที่คัดเลือกได้ ให้มีความเข้มข้นระดับต่างๆ ที่เหมาะสมกับสมุนไพรชนิดนั้น ส่วนทรีทเมนต์ควบคุมให้หยดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ บนแผ่น paper disc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

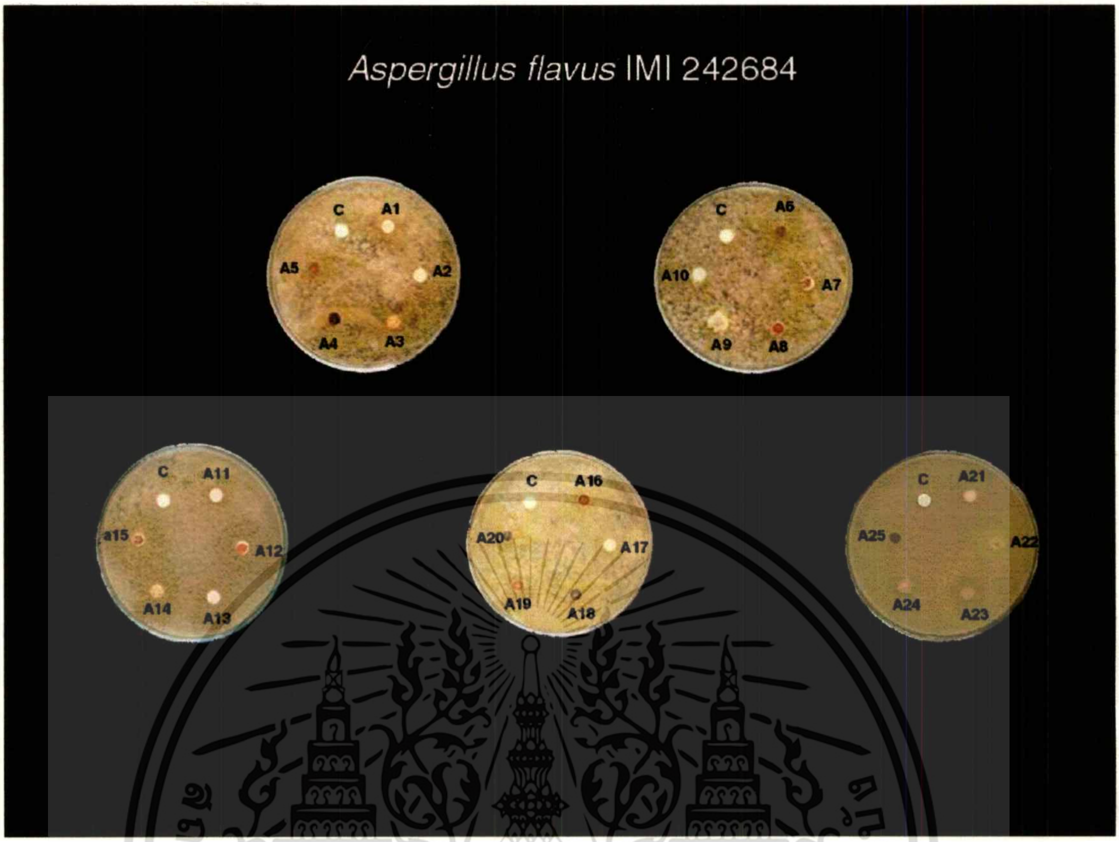
# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 ผลการทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ และวัดผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ ซึ่งจะสังเกตเห็นเป็นบริเวณใส (clear zone) รอบๆ แผ่น paper disc ปรากฏผลการทดลองดังรูปที่ 4.1 พบว่าไม่มีบริเวณใสเกิดขึ้นรอบๆ แผ่น paper disc แสดงว่าสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 25 ชนิด ได้แก่ ส้มเขียวหวาน มะเขือเทศ ยูคาลิปตัส บัวบก กระเจี๊ยบแดง แพงพวยฝรั่ง ผกากรอง หอมหัวใหญ่ หมาก พลู ทับทิม มังคุด มะระขี้นก สาบเสือ กัลปพฤกษ์ แพงพวยน้ำ รางจืด หนอนตายหยาก ขมิ้นชัน พริกไทย ผักชีฝรั่ง ยอ ชะพลู ผักกาดหัว และกานพลู รวมทั้งชุดควบคุม ไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.1** ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิดที่สกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ

หมายเหตุ

| | | | |
|---|---|---|---|
| C คือ ชุดควบคุม | A1 คือ หมาก | A2 คือ ทับทิม | A3 คือ มังคุด |
| A4 คือ หอมหัวใหญ่ | A5 คือ พลู | A6 คือ บัวบก | A7 คือ กระเจี๊ยบแดง |
| A8 คือ แพงพวยฝรั่ง | A9 คือ ผกากรอง | A10 คือ ผักชีฝรั่ง | A11 คือ ผักกาดหัว |
| A12 คือ ส้มเขียวหวาน | A13 คือ มะเขือเทศ | A14 คือ ยูคาลิปตัส | A15 คือ กานพลู |
| A16 คือ มะระขี้นก | A17 คือ กัลปพฤกษ์ | A18 คือ ยอ | A19 คือ ชะพลู |
| A20 คือ สาบเสือ | A21 คือ หนอนตายหยาก | A22 คือ ขมิ้นชัน | A23 คือ รางจืด |
| A24 คือ แพงพวยน้ำ | A25 คือ พริกไทย | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการทดสอบอิทธิพลของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 พบว่ามีสารสกัดจากสมุนไพรเพียง 6 ชนิด จากทั้งหมด 25 ชนิด มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ-รา โดยพลูมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุด เท่ากับ 23.6782 มิลลิ-เมตร รองลงมาได้แก่ ผักชีฝรั่ง ยอ ชะพลู ผักกาดหัว และกานพลู ได้ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราเท่ากับ 2.6595, 8.6148, 5.9316, 3.8503 และ 3.1991 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.2 ส่วนสมุนไพรชนิดอื่นๆ ได้แก่ ส้มเขียวหวาน มะเขือเทศ ยูคาลิปตัส บัวบก กระเจี๊ยบแดง แพงพวยฝรั่ง ผกากรอง หอมหัวใหญ่ หมาก ทับทิม มังคุด มะระขี้นก สาบเสือ กัลปพฤกษ์ แพงพวยน้ำ รางจืด หนอนตายหยาก ขมิ้นชัน และพริกไทย รวมทั้งชุดควบคุม พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

**ตารางที่ 4.1** ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์

| ซ้ำที่ | ชนิดของสมุนไพร | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | พลู | ผักชีฝรั่ง | ผักกาดหัว | กานพลู | ยอ | ชะพลู | สมุนไพรชนิดอื่นๆ |
| 1 | 0.0000 | 22.4665 | 15.1990 | 3.7405 | 2.6190 | 8.6745 | 5.8045 | 0.0000 |
| 2 | 0.0000 | 23.7310 | 11.8570 | 4.1495 | 2.8010 | 8.5360 | 6.1280 | 0.0000 |
| 3 | 0.0000 | 24.2580 | 11.8997 | 3.6320 | 3.4260 | 8.6515 | 6.1830 | 0.0000 |
| 4 | 0.0000 | 23.8272 | 12.2740 | 3.2615 | 2.8285 | 8.4105 | 5.3550 | 0.0000 |
| 5 | 0.0000 | 24.1085 | 12.0680 | 3.4680 | 4.3210 | 8.8015 | 6.1875 | 0.0000 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.0000 | 23.6782 | 12.6595 | 3.8503 | 3.1991 | 8.6148 | 5.9316 | 0.0000 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.2** ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ

| | | | |
|---|---|---|---|
| C คือ ชุดควบคุม | A1 คือ หมาก | A2 คือ ทับทิม | A3 คือ มังคุด |
| A4 คือ หอมหัวใหญ่ | A5 คือ พลู | A6 คือ บัวบก | A7 คือ กระเจี๊ยบแดง |
| A8 คือ แพงพวยฝรั่ง | A9 คือ ผกากรอง | A10 คือ ผักชีฝรั่ง | A11 คือ ผักกาดหัว |
| A12 คือ ส้มเขียวหวาน | A13 คือ มะเขือเทศ | A14 คือ ยูคาลิปตัส | A15 คือ กานพลู |
| A16 คือ มะระขี้นก | A17 คือ กัลปพฤกษ์ | A18 คือ ยอ | A19 คือ ชะพลู |
| A20 คือ สาบเสือ | A21 คือ หนอนตายหยาก | A22 คือ ขมิ้นชัน | A23 คือรางจืด |
| A24 คือ แพงพวยน้ำ | A25 คือ พริกไทย | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมุนไพร 6 ชนิด ที่ให้ผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 นำผลการทดลองของสมุนไพร 6 ชนิดที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรามาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางที่ 4.2 พบว่าสมุนไพรทั้ง 6 ชนิดให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญโดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 พบว่าพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาได้แก่ ผักชีฝรั่ง ยอ และชะพลู ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวและกานพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกัน และมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราน้อยที่สุด ส่วนชุดควบคุมไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ดังนั้นสมุนไพรที่มีอิทธิพลสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือ พลู

**ตารางที่ 4.2** การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของสมุนไพร 6 ชนิด

| แหล่งความแปรผัน | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| สมุนไพร | 6 | 1879.5466 | 313.2578 | 629.4400** |
| ความคลาดเคลื่อน | 28 | 13.9349 | 0.4977 | |
| ผลรวม | 34 | 1893.4816 | | |

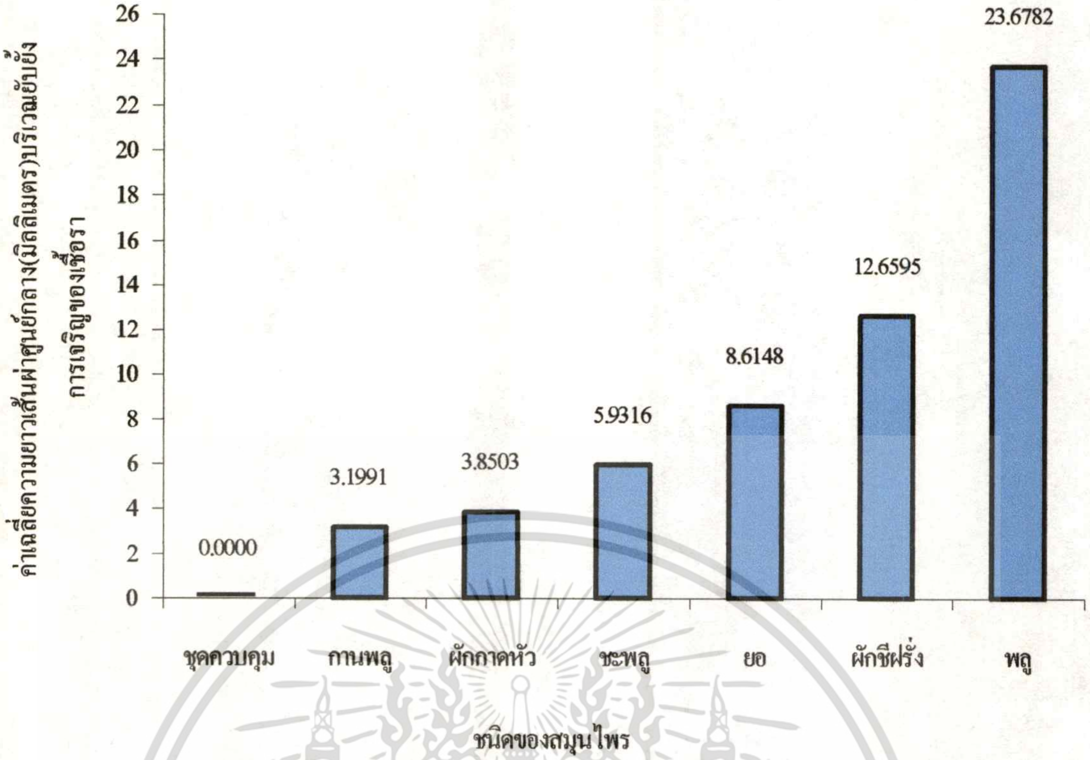
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.3** ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 6 ชนิด

| ชนิดของสมุนไพร | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ |
|---|---|
| ชุดควบคุม | $0.0000^{f}$ |
| กานพลู | $3.1991^{e}$ |
| ผักกาดหัว | $3.8503^{e}$ |
| ชะพลู | $5.9316^{d}$ |
| ยอ | $8.6148^{c}$ |
| ผักชีฝรั่ง | $12.6595^{b}$ |
| พลู | $23.6782^{a}$ |

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.3** กราฟเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 6 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.4 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6,8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของพลู โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุดเท่ากับ 14.0045 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ได้ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญเป็น 8.5102, 3.4281 และ 1.1755 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

**ตารางที่ 4.4** ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ซ้ำที่ | ความเข้มข้นของพลู(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 1 | 0.0000 | 0.0000 | 1.3885 | 2.4080 | 8.9135 | 14.1225 |
| 2 | 0.0000 | 0.0000 | 1.2150 | 2.5080 | 8.4035 | 14.2520 |
| 3 | 0.0000 | 0.0000 | 0.7680 | 3.3910 | 8.8625 | 14.3575 |
| 4 | 0.0000 | 0.0000 | 1.3395 | 3.4920 | 7.6085 | 11.4590 |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 1.1665 | 5.3415 | 8.7630 | 15.8405 |
| ค่าเฉลี่ย | 0.0000 | 0.0000 | 1.1755 | 3.4281 | 8.5102 | 14.0045 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.4** ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

หมายเหตุ C คือ ชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางที่ 4.5 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.5 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่สูงสุด รองลงมา คือ 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดของพลูในการยั้บยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างจากระดับความเข้มข้นอื่นและยับยั้งการเจริญได้สูงสุด ดังนั้นระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราด้วย

**ตารางที่ 4.5** การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| ความเข้มข้นของพลู | 5 | 795.56184 | 159.1124 | 224.4700** |
| ความคลาดเคลื่อน | 24 | 17.0121 | 0.7088 | |
| ผลรวม | 29 | 812.5740 | | |

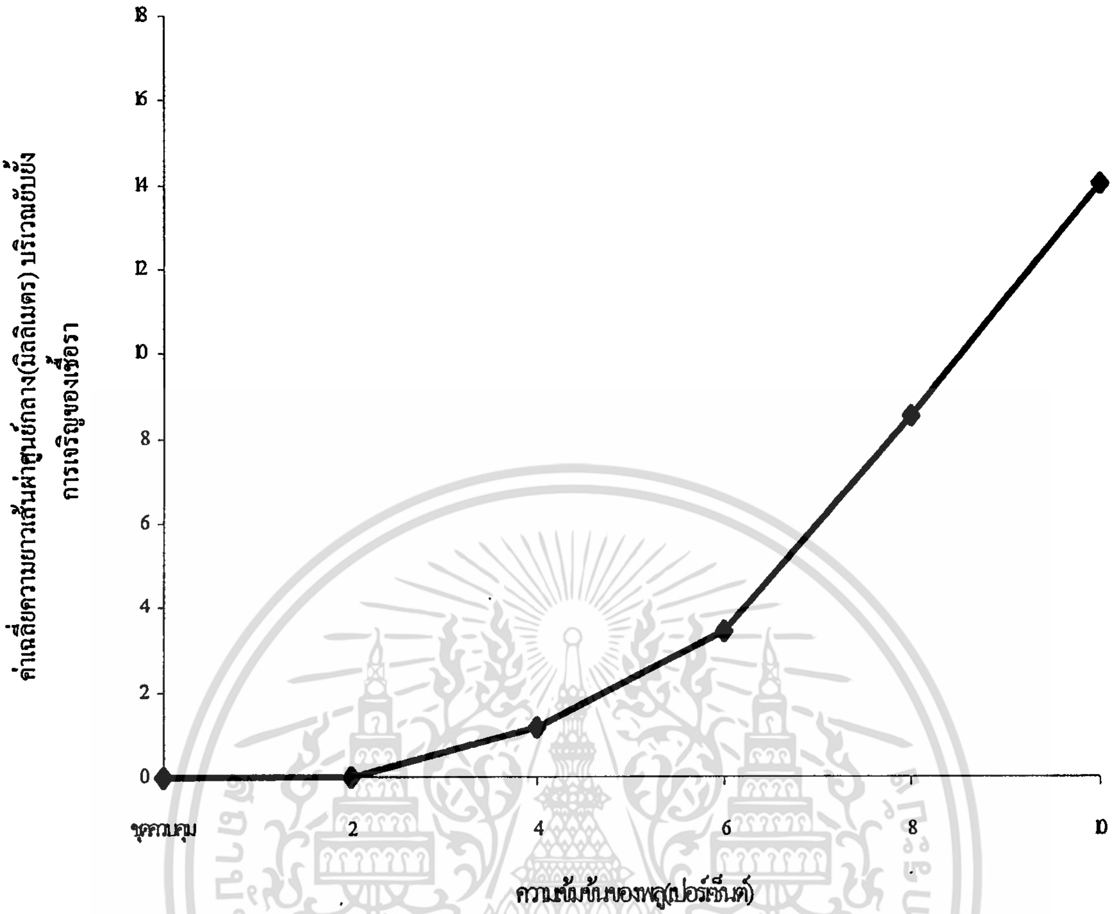
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6** ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ |
|---|---|
| ชุดควบคุม | 0.0000[e] |
| 2 | 0.0000[e] |
| 4 | 1.1755[d] |
| 6 | 3.4281[c] |
| 8 | 8.5102[b] |
| 10 | 14.0045[a] |

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.5** กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.6 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างสปอร์เชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด โดยบ่มเชื้อไว้เป็นระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน จากนั้นสังเกตลักษณะการเจริญเป็นเส้นใย ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.7 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของพลู โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8, และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราอย่างสมบูรณ์ทุกช่วงเวลาของการบ่มเชื้อ รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญอย่างสมบูรณ์จนถึงวันที่ 14 ของการบ่มเชื้อ หลังจากนั้นในวันที่ 21 และ 28 จะพบการเจริญของเชื้อราเล็กน้อย และพลูที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญอย่างสมบูรณ์จนถึงวันที่ 3 ของการบ่มเชื้อ หลังจากนั้นจะพบการเจริญของเชื้อราเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อ ส่วนชุดควบคุมพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทุกช่วงเวลาของการบ่มเชื้อ

เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด โดยบ่มเชื้อไว้เป็นระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.8 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งการสร้างสปอร์จะมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของพลู โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8, และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ทุกช่วงเวลาของการบ่มเชื้อ รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์อย่างสมบูรณ์จนถึงวันที่ 14 ของการบ่มเชื้อ หลังจากนั้นในวันที่ 21 และ 28 เชื้อราสร้างสปอร์ได้ $5.1466\times10^{7}$ และ $3.1973\times10^{8}$ สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ และพลูที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์น้อย โดยในวันที่ 3, 7, 14, 21 และ 28 ของการบ่มเชื้อ เชื้อราสร้างสปอร์ได้ $3.4400\times10^{7}$, $5.6106\times10^{8}$, $3.0746\times10^{9}$, $6.0426\times10^{9}$ และ $8.3893\times10^{9}$ สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนในชุดควบคุม เชื้อราสร้างสปอร์ได้ $3.6213\times10^{9}$, $5.6373\times10^{9}$, $8.0666\times10^{9}$, $1.3885\times10^{10}$ และ $2.0205\times10^{10}$ สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.7** การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ระยะเวลาบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |

หมายเหตุ 0 หมายถึง ไม่มีการเจริญของเส้นใยรา

1 หมายถึง มีการเจริญของเส้นใยราเพียงเล็กน้อย

2 หมายถึง ¼ ของเมล็ดข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา

3 หมายถึง ½ ของเมล็ดข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา

4 หมายถึง ¾ ของเมล็ดข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา

5 หมายถึง เมล็ดข้าวโพดทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.8** จำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ระยะเวลาบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 3 | $3.6213 \times 10^{9}$ | $3.4400 \times 10^{7}$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | $5.6373 \times 10^{9}$ | $5.6106 \times 10^{8}$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | $8.0666 \times 10^{9}$ | $3.0746 \times 10^{9}$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | $1.3885 \times 10^{10}$ | $6.0426 \times 10^{9}$ | $5.1466 \times 10^{7}$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | $2.0205 \times 10^{10}$ | $8.3893 \times 10^{9}$ | $3.1973 \times 10^{8}$ | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.8 นำไปหาค่า log แล้วจึงนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางที่ 4.9 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.6 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกันโดยมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมาคือความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์

ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดของพลูในการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดคือ 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ไม่แตกต่างกันคือยับยั้งการสร้างสปอร์ในเมล็ดข้าวโพดได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.9** การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของ log ของจำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

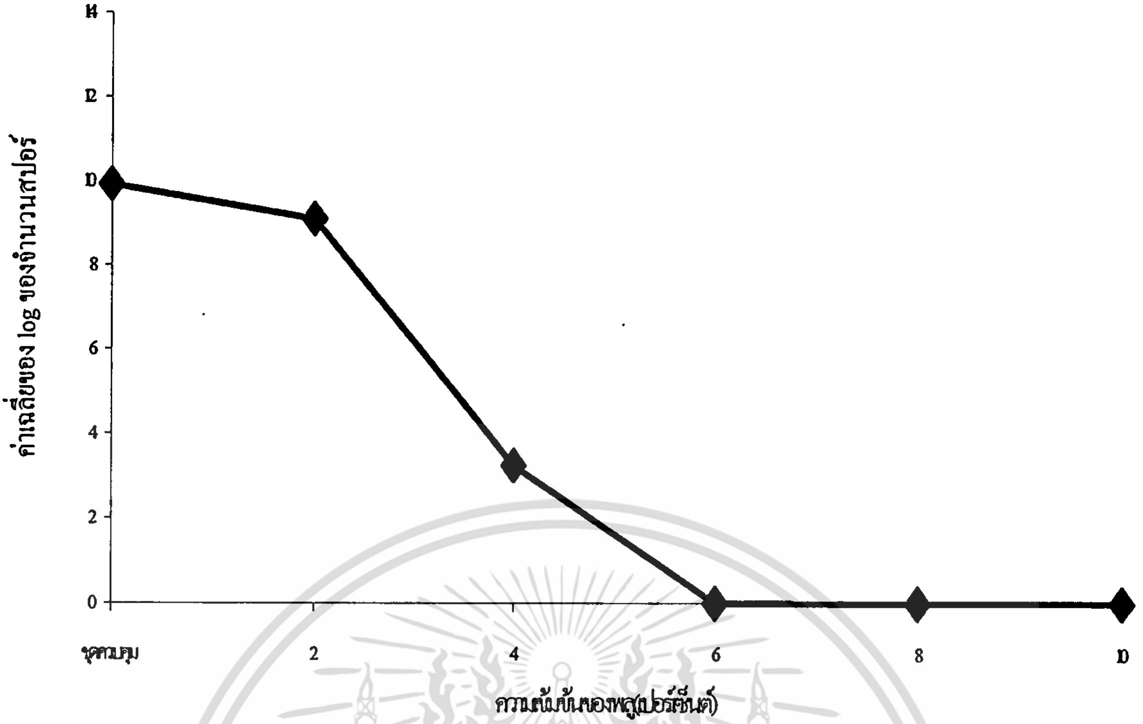
| แหล่งความแปรผัน | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| ความเข้มข้นของพลู | 5 | 546.2019 | 109.2404 | 34.4300** |
| ระยะเวลาบ่มเชื้อ | 4 | 19.9711 | 4.9928 | |
| ความคลาดเคลื่อน | 20 | 63.4510 | 3.1726 | |
| ผลรวม | 29 | 629.6241 | | |

**ตารางที่ 4.10** ค่าเฉลี่ยของ log ของจำนวนสปอร์ต่อกรัม ที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของ log ของจำนวนสปอร์ต่อกรัม |
|---|---|
| 10 | 0.0000[c] |
| 8 | 0.0000[c] |
| 6 | 0.0000[c] |
| 4 | 3.2433[b] |
| 2 | 9.0957[a] |
| ชุดควบคุม | 9.9329[a] |

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.6** กราฟแสดงผลการยับยั้งสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.8 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด โดยบ่มเชื้อเป็นระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 28 วัน จากนั้นตรวจหาปริมาณของอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดด้วยเครื่อง HPLC จะได้ความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.11 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของพลู โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ทุกช่วงเวลาของการบ่มเชื้อ รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์จนถึง 14 วัน ของการบ่มเชื้อ หลังจากนั้นในวันที่ 21 และ 28 เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ 3.5440 และ 3.0725 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินน้อย โดยในวันที่ 3, 7, 14, 21 และ 28 ของการบ่มเชื้อ เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ 10.6909, 11.5740, 13.0044, 24.8816 และ 67.3413 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนในชุดควบคุมเชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ 25.7012, 129.031, 153.3635, 204.6761 และ 220.9888 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.11** ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อกรัม) ของอะฟลาทอกซินที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

| ระยะเวลาบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | | | 2 | | | 4 | | | 6 | | | 8 | | | 10 | | |
| | $B_1$ | $B_2$ | รวม | $B_1$ | $B_2$ | รวม | $B_2$ | $B_2$ | รวม | $B_2$ | $B_2$ | รวม | $B_1$ | $B_2$ | รวม | $B_1$ | $B_2$ | รวม |
| 3 | 11.1477 | 14.5535 | 25.7012 | 0.7844 | 9.9065 | 10.6909 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 95.1656 | 33.8975 | 129.0631 | 0.7448 | 10.8292 | 11.5740 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | 112.5982 | 40.7653 | 153.3635 | 1.7600 | 11.2443 | 13.0044 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 155.9962 | 48.6799 | 204.6761 | 11.6550 | 13.2266 | 24.8816 | 0.2558 | 3.2882 | 3.5440 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 167.8766 | 53.1122 | 220.9888 | 42.3106 | 25.0307 | 67.3413 | 17.2630 | 13.8095 | 31.0725 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |

หมายเหตุ $B_1$ หมายถึงอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$

$B_2$ หมายถึงอะฟลาทอกซินชนิด $B_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.11 นำผลรวมของอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ และ $B_2$ ในแต่ละวันของการบ่มเชื้อ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางที่ 4.12 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพด โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.7 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราไม่แตกต่างกัน โดยมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุด ส่วนชุดควบคุมไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา

ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดของพลูในการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด คือ 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราไม่แตกต่างกันคือยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดได้อย่างสมบูรณ์

**ตารางที่ 4.12** การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้น(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของอะฟลาทอกซินที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| ความเข้มข้นของพลู | 5 | 84426.1983 | 16885.2357 | 10.4700** |
| ระยะเวลาบ่มเชื้อ | 4 | 7434.7536 | 1858.6884 | |
| ความคลาดเคลื่อน | 20 | 19500.4655 | 95.0233 | |
| ผลรวม | 29 | 111361.4173 | | |

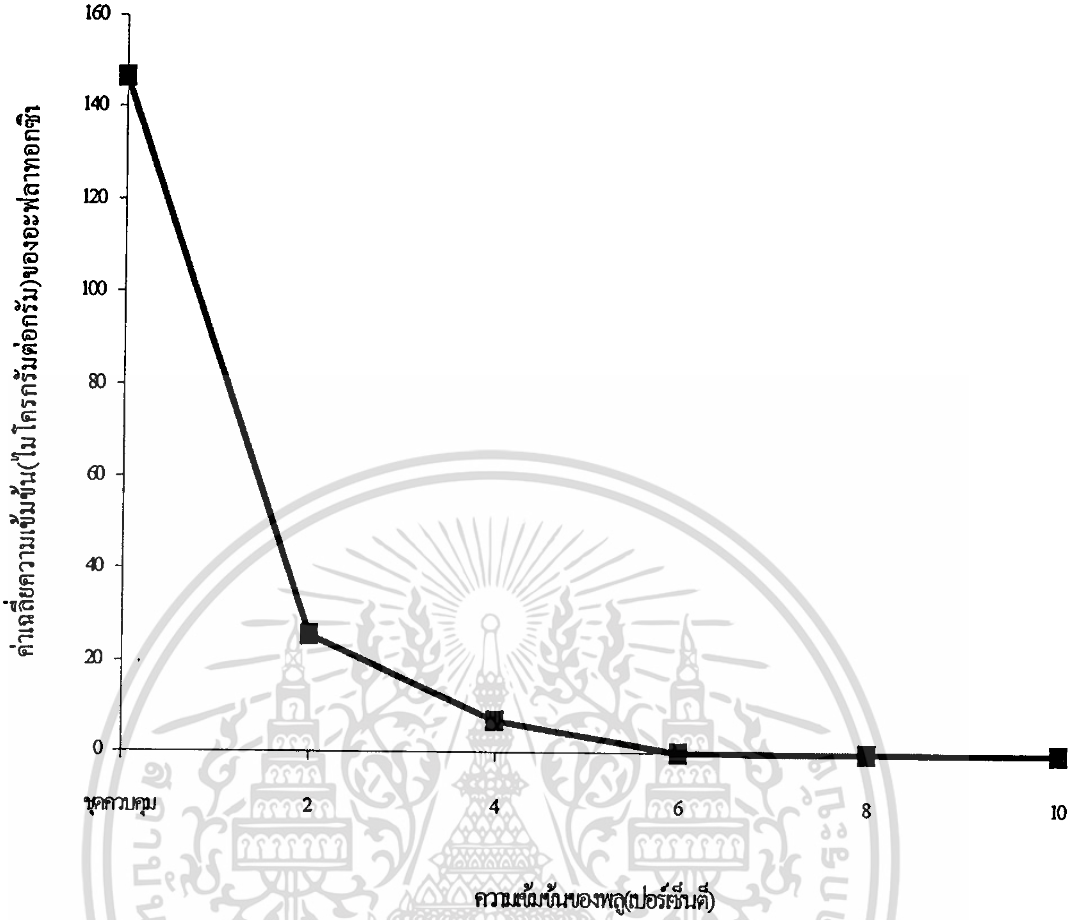
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.13** ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น(ไมโครกรัมต่อกรัม)ของอะฟลาทอกซินที่สร้างโดยเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของอะฟลาทอกซิน |
|---|---|
| 10 | 0.0000[b] |
| 8 | 0.0000[b] |
| 6 | 0.0000[b] |
| 4 | 6.9233[b] |
| 2 | 25.4984[b] |
| ชุดควบคุม | 146.7585[a] |

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.7** กราฟแสดงผลการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

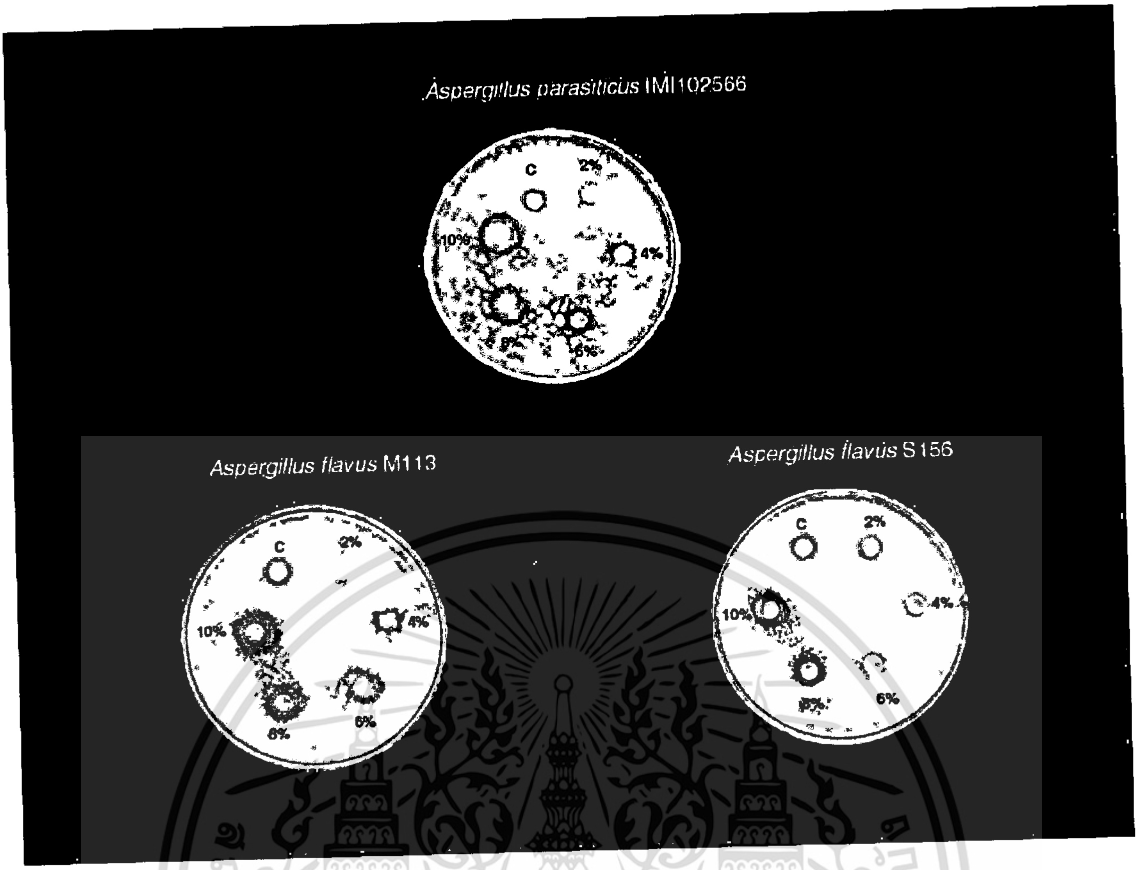
## 4.10 ผลการทดสอบอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาอิทธิพลของพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6,8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *A. flavus* S.156, *A. flavus* M.113 และ *A. parasiticus* IMI 102566 บนอาหาร PDA ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.8 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของพลู โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุดเท่ากับ 16.2588 มิลลิเมตร รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 8, 6, 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ได้ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราเป็น 12.0022, 7.6510, 3.2542 และ 0.1480 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา บนอาหาร PDA

**ตารางที่ 4.14** ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ชนิดของเชื้อรา | ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| *Aspergillus flavus* S.156 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2.9850 | 9.0250 | 13.9705 |
| *Aspergillus flavus* M.113 | 0.0000 | 0.0000 | 3.5635 | 10.5765 | 13.9920 | 17.1130 |
| *Aspergillus parasiticus* IMI 102566 | 0.0000 | 0.4440 | 6.1990 | 9.3915 | 12.9895 | 17.6930 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.8** ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* S.156, *A. flavus* M.113 และ *A. parasiticus* IMI 102566 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.14 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตารางที่ 4.15 พบว่า พลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.9 พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือ 8 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพลูที่ระดับความเข้มข้น 2, 4 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดของพลูต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA คือ 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างจากระดับความเข้มข้นอื่น โดยยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สูงสุด ดังนั้นระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดของพลูที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราด้วย

**ตารางที่ 4.15** การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| ความเข้มข้นของพลู | 5 | 659.8484 | 159.1124 | 43.9300** |
| ชนิดของเชื้อรา | 2 | 44.6257 | 22.3128 | |
| ความคลาดเคลื่อน | 10 | 30.0380 | 3.0038 | |
| ผลรวม | 17 | 734.5121 | | |

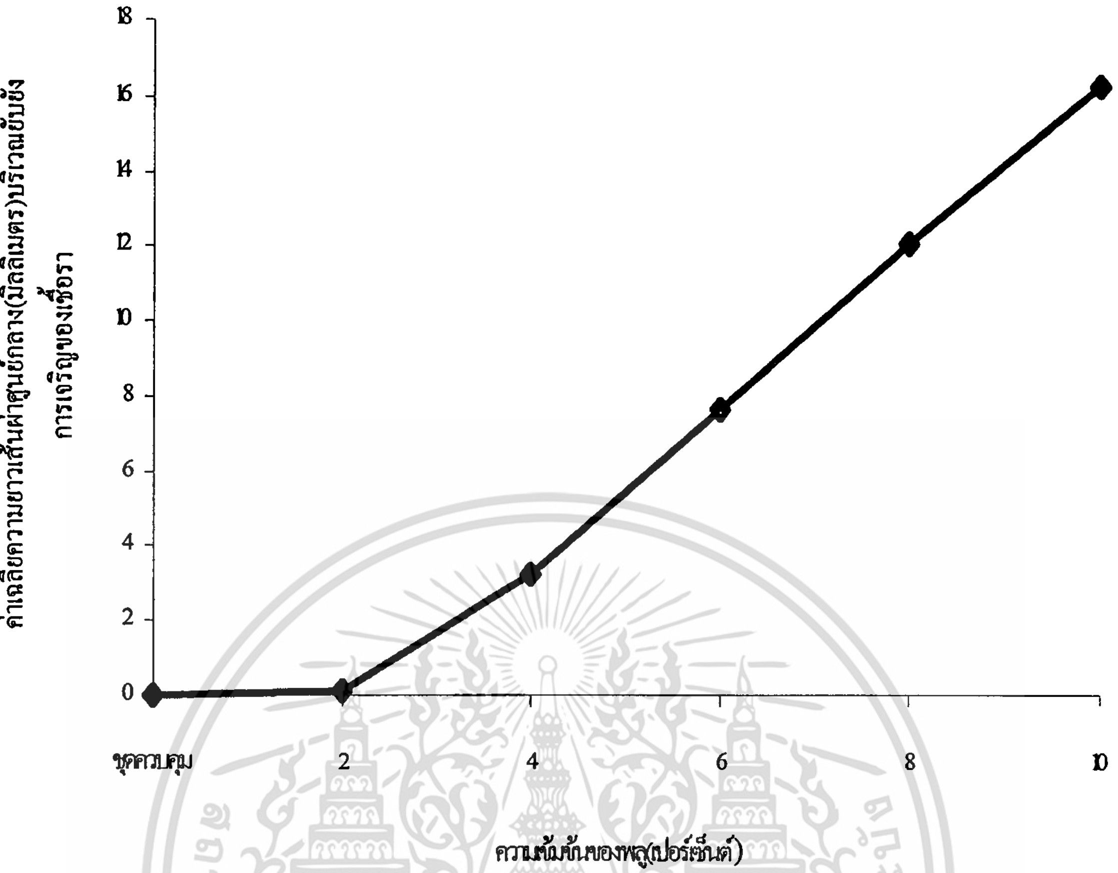
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.16** ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร)บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นของพลู (เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ |
|---|---|
| ชุดควบคุม | 0.0000[d] |
| 2 | 0.1467[d] |
| 4 | 1.2542[d] |
| 6 | 7.6543[c] |
| 8 | 12.0022[b] |
| 10 | 16.2588[a] |

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.9** กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิดที่สกัดด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ สรุปได้ว่าสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 25 ชนิด ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เจริญ อัจฉราฤทธิ์ และคณะ (2527) ซึ่งทดสอบสมุนไพร 4 ชนิดได้แก่ ข่า ขมิ้นชัน ทองพันชั่ง กระชาย ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคผิวหนัง โดยวิธี agar disc diffusion พบว่าสารสกัดจากน้ำแทบจะไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา แต่ก็ไม่ใช่ว่าสมุนไพรที่นำมาทดลองไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายประการเช่น วิธีการที่ใช้ทดสอบ ความเข้มข้น ระยะเวลาที่เก็บสมุนไพร พื้นที่ปลูก การเก็บรักษาสมุนไพรเป็นต้น

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยสมุนไพร 25 ชนิดที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีสมุนไพร 6 ชนิด คือ พลู ผักชีฝรั่ง ยอ ผักกาดหัว ชะพลู และกานพลู ที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของสมุนไพรทั้ง 6 ชนิด พบว่าพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือ ผักชีฝรั่ง ยอ และชะพลู ตามลำดับ ส่วนผักกาดหัวและกานพลูมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกันและยับยั้งการเจริญได้น้อยที่สุด จากผลการทดลองดังกล่าวอธิบายได้ว่าเอทานอลซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดสมุนไพรสามารถสกัดสารที่เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจากพืชสมุนไพรได้ นอกจากนี้ยังพบว่าในใบพลูมีองค์ประกอบที่เป็นน้ำมันหอมระเหย พวก chavicol และ eugenol ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้มีกลไกในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้(พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537) จากงานวิจัยของ ดารณี เหล่ารุ่งกาญจน์ (2534) ซึ่งศึกษาสารสกัดจากเทียนกิ่งและกานพลูโดยสกัดด้วยน้ำและเอทานอล พบว่าสารสกัดเอทานอลจากพืชทั้ง 2 ชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำ จินตนา สุทธชานานนท์ และภัทรพรรณ ศิริปุณย์ (2534) พบว่าใบชุมเห็ดเทศที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราโรคผิวหนังได้ Hess *et al.* (1995) พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของพืชพื้นเมืองของอัฟริกา คือ *Vochysia divergens* ที่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ จะอยู่ในสารส่วนสกัดของเอทานอลและเอทิลอะซีเตต

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงทะเบียนลิขสิทธิ์ ... 
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญยิ่ง และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้น พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือ 8, 6 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของพลูต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือ 10 เปอร์เซ็นต์ Montes and Carvajai (1998) ศึกษาการยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดธัญพืชโดยใช้น้ำมันหอมระเหย 11 ชนิด โดยศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการป้องกันเมล็ดธัญพืช และศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยรวมถึงสารตกค้างและความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหย พบว่า thymol (น้ำมันหอมระเหยจาก thyme) และ o-methoxycinnamaldehyde สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดธัญพืชได้ โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 3-8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าสารทั้ง 2 ชนิด เป็นส่วนประกอบที่มีในอบเชย และสารนี้จะยังคงตรวจพบหลังจาก 4 สัปดาห์ ซึ่งยังคงตกค้างอยู่ในเมล็ดธัญพืช แต่พบว่าไม่เป็นพิษต่อพืช โดยไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญของเมล็ดข้าวโพด การยับยั้งเชื้อราจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย พิศวาส ทูติยโพธิ์ (2524) กล่าวว่าขอบของบริเวณยับยั้งการเจริญ(clear zone) ที่ดีควรอยู่ระหว่าง 14-20 มิลลิเมตร เห็นได้ชัดเจนและเรียบ เพราะบางครั้งความผิดพลาดสำคัญในการทดลองนี้อยู่ที่ตาคนในการตัดสินขอบของบริเวณยับยั้งการเจริญระหว่างพื้นที่สีตัดกัน Hitokoto *et al.* (1980) กล่าวว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราจะแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อรา Mahmoud (1999) ศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพรชนิดต่างๆ ที่สกัดด้วยน้ำ ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 2, 4, 6, 8 และ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสัดส่วนการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อ *A. flavus* ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นโดยตรง เนื่องจากธรรมชาติของสารสกัดจะมีผลต่อสัดส่วนการสร้างอะฟลาทอกซิน $B_1$ มากกว่า $B_2$

จากการศึกษาผลการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดโดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้นพบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกัน ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์และชุดควบคุมมีอิทธิพลต่อการยับยั้งไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา ดังนั้นระดับเข้มข้นที่เหมาะสมของพลูต่อการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด คือที่ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาผลการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้น พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราไม่แตกต่างกัน ส่วนชุดควบคุมพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซิน ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของพลูต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด คือที่ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์

ผลจากการศึกษาการยับยั้งการสร้างสปอร์และการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราสอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ เช่น Hasan and Abdel (1994) พบว่าสารสกัดสมุนไพร 7 ชนิด ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 0.8-4 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และมีเพียงสารสกัดจาก *Pulicaria crispa* เท่านั้นที่ยับยั้งการเจริญได้ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารสกัดจาก *Euphobia hypericifolia* และ *Cassia italica* ยับยั้งการเจริญได้ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ แต่สารสกัดจาก *Cassia italica* จะยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้นนี้ และพบว่าสมุนไพรทั้ง 7 ชนิด มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้ตั้งแต่ 73.3-100 เปอร์เซ็นต์ และการยับยั้งจะมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดสมุนไพร Hitokoto *et al.* (1980) พบว่าสารสกัดจากเครื่องเทศ กานพลู ยี่หร่า และไทม์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อรา *A. flavus*, *A. versicolor* และ *A. ochraceus* ในอาหารเหลว culture media เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากเครื่องเทศ อิทธิพลในยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษก็มากขึ้นด้วย และการยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อราทั้ง 3 ชนิด จะใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากเครื่องเทศต่ำกว่าการยับยั้งการเจริญ โดยผลการยับยั้งจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในเครื่องเทศที่นำมาสกัดเป็นอย่างยิ่ง และพบว่ากานพลูที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 10,000 พีพีเอ็ม เมื่อเก็บไว้ที่อุณหูมิ 25 องศาเซลเซียส จะทำให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งเชื้อราลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารสกัดมีการสลายตัวเปลี่ยนสภาพเป็นสารไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Dwivedi and Dubey (1993) พบว่าการเก็บเมล็ดพืชน้ำมันเป็นเวลานานขึ้นจะพบความหนาแน่นของเชื้อ *A. flavus* มากขึ้น Zeringue and Bhatnagar (1990) พบว่าสารสกัดที่ได้จากการสกัดใบสะเดาด้วยน้ำมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* ในอาหารเหลว แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ส่วนการทดลองในเมล็ดฝ้ายพบว่าสารสกัดจากใบสะเดามีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินถึง 98 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อรา โดยสารสกัดจากใบสะเดาไม่มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราแต่จะมีอิทธิพลต่อกระบวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้เพื่อการศึกษา ห้ามมิให้นำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเอนไซม์ การยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินของสารสกัดจากใบสะเดาเกิดจากองค์-ประกอบที่เป็น nonvolatile ซึ่งอยู่ในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบสะเดา โดยจะมีอิทธิพลต่อรูปแบบการสังเคราะห์ secondary metabolic enzyme ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน ชนิกา เอี่ยมสุภาษิต และสมจินตนา ทุมแสน (2542) กล่าวว่าสารแทนนินที่พบใน seed coat ของถั่วลิสงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ Bilgrami *et al.* (1992) ศึกษาผลการยับยั้งการสร้างอะ-ฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหารเหลวและในข้าวโพดโดยใช้สมุนไพร พบว่าหอมหัว-ใหญ่และกระเทียมมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีพอๆ กับ eugenol โดยสารสกัดจากกระเทียมมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุดถึง 61.94 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่หอมหัวใหญ่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินสูงสุด คือ 60.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วน eugenol พบว่าเหมาะสมที่สุดต่อการยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินในข้าวโพดโดยยับยั้งได้ถึง 60.35 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. parasiticus* IMI 102566, *A. flavus* M.113 และ *A. flavus* S.156 บนอาหาร PDA โดยพลูที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้นพบว่าพลูที่ระดับความเข้มข้น 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงที่สุด รองลงมา คือ 8 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งชุดควบคุมไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของพลูต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA คือ 10 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของสมุนไพร พบว่าขึ้นอยู่กับองค์-ประกอบที่อยู่ในสารสกัดสมุนไพรเป็นสำคัญ Vagas *et al.* (1999) พบว่าการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Dutrophoma trachephila* และ *Cladosporium cucumerinum* โดยใบ *Helichrysum* sp. เกิดจากสาร flavone, di-,tri-,tetra- และ pentamethylated ใน benzopyran nucleus Bullerman *et al.* (1977) พบว่าส่วนประกอบที่อยู่ในอบเชยและกานพลูที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. parasiticus* คือ cinnamic aldehyde และ eugenol ตามลำดับ Farag *et al.* (1989) กล่าวว่าการยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์จะเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปการยับยั้งจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีหมู่ฟังก์ชั่นที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบอยู่ในสารอะโรมาติก และการยับยั้งจะเพิ่มมากขึ้นอีกถ้ามีสารประกอบพวกฟีนอลและคลอโรฟีนอลเป็นองค์ประกอบ เช่น thymol ซึ่งมีหมู่ $OH^-$ เป็นองค์ประกอบ ในสารประกอบฟี-นอลจะยับยั้งจุลินทรีย์ได้มากเพราะมีหมู่ $OH^-$ ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายเนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนไปจับกับ active sites ของเอนไซม์ นอกจากนี้ยังพบว่าหมู่ isopropyl ที่มีในสารประกอบอะโร-

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาติกก็มีความสำคัญต่อการยับยั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน Masood *et al.* (1994) ศึกษาผลของสาร capsanthin ซึ่งเป็นสารที่ให้สี และ capsaicin ซึ่งให้ความเผ็ดร้อนในพริกแดง ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหารเหลว SMKY ที่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสาร capsanthin สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์จนถึงวันที่ 4 ของการบ่มเชื้อ ส่วนวันที่ 10 ของการบ่มเชื้อ พบว่าเชื้อราจะมีการเจริญและสร้างอะฟลาทอกซินเป็น 39 และ 22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสาร capsaicin ที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญได้เพียงบางส่วนและพบการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้มากกว่าการเติมสาร capsanthin

สำหรับกลไกในการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราโดยใบพลูพบว่าใบพลูมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยสารต่าง ๆ ได้แก่ โมโนเทอร์ปีนส์และเซสควิเทอร์ปีนส์ เช่น chavicol (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543) และ eugenol (พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537) eugenol เป็นสารอนุพันธ์ของฟีนอล สารนี้จะไปขัดขวางกระบวนการละลายไขมันที่เซลล์เมมเบรนของเชื้อราเป็นผลให้บทบาททางด้านออสโมติคแบริเออร์(osmotic barrier) ลดลง ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์และโปรตีนอื่นๆ ทำให้เสียสภาพไป เซลล์จึงถูกทำลาย (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527)

จากการทดลองพบว่าพลูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้ นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์และการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดได้ และมีอิทธิพลต่อการยับยั้งเชื้อราสายพันธุ์อื่นๆ ด้วย ดังนั้นควรศึกษาหาองค์ประกอบที่อยู่ในสารสกัดพลู โดยการนำสารสกัดที่ได้ไปสกัดต่อและเก็บสารในแต่ละส่วน(fraction) ไปศึกษาอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา เพื่อหาส่วนที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างแท้จริง และนำไปวิเคราะห์สูตรโครงสร้างของสารประกอบด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปคโทรสโคปี (Gas Chromatograph–Mass Spectroscopy) เพื่อจะได้ทราบชนิดของสารที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ จากนั้นควรทดลองใช้สารสกัดหยาบจากพลูและสารสกัดพลูที่ทราบสูตรโครงสร้างแล้วมาช่วยเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวในสภาพจริง โดยนำมาละลายในเอทานอลหรือตัวทำละลายอื่นที่เหมาะสม แล้วฉีดพ่นลงในเมล็ดธัญพืช หรือคลุกเคล้ากับเมล็ดพืชที่เก็บไว้สำหรับทำเมล็ดพันธุ์เพื่อเพิ่มอายุในการเก็บรักษาและคุณภาพของผลผลิต พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรากับการใช้ยาฆ่าเชื้อราในทางการค้าและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2531. **อาชีพปลูกผัก.** พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : กลุ่มรักเกษตร.

กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. 2539-2543. **การแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารโคนมตามโครงการแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์แบบครบวงจร.** กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์.

กวินดา ตั้งกิจวานิชย์, ขจรเกียรติ ศิริเชษฐ์ และวรพจน์ แก้วมะเริง. 2538. "การตรวจหาปริมาณอะฟลาทอกซินในกระเทียม หัวหอม และกุ้งแห้ง จากตลาดในเขตเทศบาลขอนแก่น จ. ขอนแก่น." ปัญหาพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เกษม สร้อยทอง และวิจัย รักวิทยาศาสตร์. 2527. "สมุนไพรบางชนิดที่มีอิทธิพลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกสร นันทจิต. 2535. ฤทธิ์ต้านจุลชีพของผลโป๊ยกั๊ก. เชียงใหม่ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ขจรศักดิ์ ตระกูลพัว. 2538. "ผลของสารสกัดสมุนไพรแปดชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชและโรคผิวหนังที่กำหนด." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เจริญ อัจฉราฤทธิ์, วรเทพ ปัญญายงค์ และเอกชัย รัชตโกมุท. 2527. โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

จินตนา สุทธชานานนท์ และภัทรพรรณ ศิริปุณย์. 2534. "ฤทธิ์ต้านเชื้อราของใบชุมเห็ดเทศ." โครงการพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

จิราภรณ์ สุขบรรเทิง. 2538. "ผลของสารสกัดจากตะไคร้ต่อฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ของอะฟลาทอกซินบีหนึ่ง ที่เกิดจากการกระตุ้นโดยเอนไซม์ในไมโครโซมจากตับ." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนิกา เอี่ยมสุภาษิต และสมจินตา ทุมแสน. 2542. การเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงและแนวทางแก้ไข. **ข่าวสารสถาบันวิจัยพืชไร่.** มกราคม-มีนาคม : 12-13 .

ชุตินันท์ กันตสุข. 2534. "การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาฤทธิ์ยับยั้งไวรัสเฮอร์ปีส์ซิมเพลก์ของสารสกัดสมุนไพรไทยบางชนิด." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์, นวลพรรณ ณ ระนอง และณหทัย พีระปกรณ์. 2532. "ผลของสมุนไพรบาง


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษแอฟฟลาทอกซิน.” **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.** ปีที่ 5 ฉบับที่ 1. : 33-39.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์, พะนอ รวยสูงเนิน, สายชล นุชน้อง และเหมือนหมาย จันทราพันธกุล. 2539. “การยับยั้งการสร้าสารพิษอะฟลาทอกซินในระหว่างการผลิตเทมเป้.” **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.** ปีที่ 12 ฉบับที่ 2. : 8-14.

ดุษณี ธนะบริพัฒน์, วัฒนา เชื้อน้อย, อุเทน เพชรรัตน์, วรารัตน์ เรืองรัตนเมธี และกฤษณา ไกรสินธุ์. 2543. “การควบคุมเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินโดยสะเดา.” **วารสารองค์การเภสัชกรรม.** ปีที่ 27 ฉบับที่ 1. : 42-50.

ดารณี เหล่ารุ่งกาญจน์. 2534. “การพัฒนาเทียนกิ่งและกานพลูเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อ และยาฆ่าเชื้อสำหรับผิวหนัง.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ดำรง พฤกษราช. 2519. **เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์.** กรุงเทพฯ : คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวีศักดิ์ จรรยาเจริญ. 2540. “ฤทธิ์ป้องกันตับบาดเจ็บของสารสกัดต้นลิ้นแรด (*Tetracera loureiri*) ต่อการเกิดพิษต่อตับ.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเภสัชวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธงชัย เปาอินทร์ และนิวัตร เปาอินทร์. 2544. **ต้นไม้ยาน่ารู้.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ออฟเซ็ทเพรส.

ธรรมศักดิ์ สมมาตร. 2540. **โรคถั่วลิสง.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาโรคพืช กองเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธารทิพย์ ภาสบุตร. 2540. “ผลของสารสกัดจากพืชบางชนิดที่มีต่อเชื้อราสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (*Colletotrichum gloeosphoriodies* (Pens) Sacc).” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว. 2524. **อะฟลาทอกซิน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

นงนุช วาณิตย์ธนาคม. 2540. **วิทยาเชื้อราการแพทย์.** เชียงใหม่ : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิจศิริ เรืองรังษี และพะยอม ตันติวัฒน์. 2534. **พืชสมุนไพร.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิจศิริ เรืองรังษี. 2542. **เครื่องเทศ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิโลบล พิมเสน และเพลินเนตร โลหะการ. 2537. “การศึกษาประสิทธิภาพน้ำยาบ้วนปากทับทิมและศึกษาสารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อจากสารสกัดเปลือกทับทิม.” โครงการพิเศษเภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

นันทวัน บุญยประภัศร. 2536. **ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2539. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 1. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี-ชีวภาพแห่งชาติ. 2543

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 3. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี-ชีวภาพแห่งชาติ.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม4, 5. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี-ชีวภาพแห่งชาติ.

ปริศนา สิริอาชา. 2534. **อะฟลาทอกซินในข้าวโพด การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องวิธีการตรวจสอบอะฟลาทอกซิน.** กรุงเทพฯ : กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527. **เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร.** เล่ม 1,2. กรุงเทพฯ : อมรการพิมพ์.

พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537. **ความก้าวหน้าของยาและสมุนไพรต้านจุลชีพ.** กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

พนัส วงศ์วรรณ. 2538. "การใช้สารสกัดจากข่า (*Alipinia galanga* Sw.) เพื่อป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* F.)." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรทิพย์ ชมภูมิ่ง. 2536. "การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเครื่องเทศควบคุม *Aspergillus flavus* Link. และสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดภายใต้สภาพในโรงเก็บ." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.

พรรณกร อิ่มวิทยา. 2535. **เชื้อราก่อโรคในคน.** กรุงเทพฯ : คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล .

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537. สมุนไพรก้าวใหม่. กรุงเทพฯ : ที. พี. พริ้น.

พิทยา ปาณะโตษะ. 2530. การปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในอาหารสำเร็จรูปที่ทำจากถั่ว. กรุงเทพฯ : ฝ่ายค้นคว้าและวิจัย กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

พิศวาส ทูติยโพธิ์. 2524. **จุลชีววิทยาทางเภสัชศาสตร์.** เล่ม 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพลิน เพียรพิจิตร. 2536. "ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของ กระชาย พญายอ ฟ้าทะลายโจร มังคุด ว่านดอกดิน รงทอง และสารสังเคราะห์อนุพันธ์โพลีเอมีน." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพโรจน์ วงศ์วิโรจน์ธนา. 2536. "การอบแห้งเมล็ดข้าวโพดแบบในถังเก็บภายใต้สภาวะอากาศ

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนชื้น." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภักดี โพธิศิริ. 2537. **สารอะฟลาทอกซิน การเกิดและมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา.** กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข.

ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. (มมป). **พืชสมุนไพรใช้เป็นยา.** เล่ม 3, 4, 5, 8. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษราพิพัฒน์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 2070). 2544. "ข้อกำหนดวิธีปฏิบัติเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง." กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

มนัญญา เพียรเจริญ. 2539. "ผลของสารสกัดจากใบ (*Chromolaena odorata* L.) ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.)" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาลินี ลิ้มโภคา. 2527. **พิษวิทยาและปัญหาที่พบในสัตว์.** กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

รณภพ บรรเจิดเชิดชู. 2530. "เชื้อราในโรงเก็บ สารพิษอะฟลาทอกซินและการควบคุมด้วยสารเคมีบนเมล็ดข้าวโพด." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2535. **พืชเครื่องเทศและสมุนไพร.** เล่ม1. กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศและสมุนไพร.** เล่ม2. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ลัดดาวัลย์ บุญรัตนกรกิจ. 2530. "การศึกษาฤทธิ์ของขี้ผึ้งพลูในการรักษาโรคผิวหนัง." การประชุมเสนอผลงานวิจัยประจำปีคณะเภสัชศาสตร์ ครั้งที่ 6 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันดี กฤษณพันธ์. 2541. **สมุนไพรน่ารู้.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีกาญจนา คล้ายเรือง. 2541. "การคัดเลือกพืชสมุนไพร เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Listeria monocytogenes.*" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศศิธร ถิ่นนคร. 2528. "สารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ในเขตร้อน. รายงานเสนอในวิชาโภชนาศาสตร์สัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง." บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล. 2542. "การใช้สารเบนโทไนท์ดูดซับแอฟลาทอกซิน $M_1$ ออกจากน้ำนมดิบ." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. 2542. **ก้าวไปกับสมุนไพร.** กรุงเทพฯ : โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง กรมป่าไม้ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542. **เภสัชกรรมแผนไทย**. กรุงเทพฯ : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2540. **การแพทย์แผนไทยกับการดูและสุขภาพของผู้ป่วยแลผู้ติดเชื้อโรคเอดส์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 2541. **ผักพื้นบ้านอีสาน** . กรุงเทพฯ : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

**สยามไภษัชพฤกษ์ภูมิปัญญาของชาติ**. 2538. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540. **สมุนไพรไทย มรดกไทย**. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สมเกียรติ วงศ์ทางสวัสดิ์. 2539. “การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Entamoeba histolytica* ภายหลังได้รับสารสกัดจาก ใบฝรั่ง เปลือกผลมังคุด และเปลือกผลทับทิม.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุกันยา เพ็ญทะเล และสันทนา พุ่มพวง. 2539. “ผลของไคโตแซนที่มีต่อการเจริญและการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในปลายข้าว.” โครงงานพิเศษปริญญาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

**สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ**. 2535. กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. **พรรณไม้น้ำในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลี นันทวุฒิกุล. 2543. “การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารสกัดพืชสมุนไพร.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุมาลี เลี่ยมทอง. 2539. “ฤทธิ์ต้านราก่อโรคพืชของน้ำมันหอมระเหย ปีเปอรีนและซาโปนินส์.” วิทยานิพนธ์มหาบันฑิต สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุมาลัย ศรีกำไลทอง และสุภัทรา มั่นสกุล. 2523. การทำลายพิษของอะฟลาทอกซินในน้ำมันถั่วลิสงในขั้นห้องปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สุรชัย มัจฉาชีพ. 2535. **พืชเศรษฐกิจในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

สุรินทร์ มัจฉาชีพ และสมสุข มัจฉาชีพ. 2533. **สารานุกรมพืชและสัตว์**. เล่ม 4 . กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มศว. บางแสน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543. **คู่มือสมุนไพร.** กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541. **สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540. **ผักพื้นบ้าน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข สถาบันการแพทย์แผนไทย.

อกนิษฐ์ ชาวนา. 2540. "ความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าทำลายของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินกับลักษณะทางพืชไร่ องค์ประกอบผลผลิตและรูปแบบไอโซไซม์และโปรตีนของถั่วลิสงสายพันธุ์ต่างๆ." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2542. **ต้นไม้ในสวน.** กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.

อนงค์ บิณฑวิหค. 2539-2543. **การแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารโคนมตามโครงการแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์แบบครบวงจร.** กรุงเทพฯ : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

อภิษฎา รัศมี. 2541. "ฤทธิ์ยับยั้งไวรัสเฮอร์ปีส์ซิมเพล็กซ์ทัยป์ 2 ของสารสกัดจากตีนเป็ดน้ำ สำปะหลุย เนียมหูเสือ ฟันกระต่าย และรำเพย." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางการแพทย์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

อรวรรณ นวีภาพ. 2531. **เชื้อราก่อโรคในสัตว์.** กรุงเทพฯ : หน่วยจุลชีววิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรรณพ องศ์สกุล. 2532. "การใช้จุลินทรีย์บางชนิดในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* Link. ที่สร้างอะฟลาทอกซินในข้าวโพด." วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณศรี วงศ์อุไร. 2540. **อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง.** กรุงเทพฯ : กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร.

อรุณศรี วงศ์อุไร. 2542. "อันตรายจากเชื้อราในถั่วลิสง." **ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา.** 9(2) : 5-7.

อัจฉรา พัฒนเดช, วสันณ์ เพชรรัตน์, เสมอใจ ชื่นจิต, สุทธิรักษ์ แซ่หลิม และอมรา ชินภูติ. 2544. "เชื้อรา *Aspergillus* ที่สร้างอะฟลาทอกซินบี 1 ในพืชสมุนไพรตากแห้ง." **วารสารสงขลานครินทร์ วทท.** 23(4) : 499-514.

อุดม โกสัยสุก และปรีชา กาบแก้ว. 2529. **การปลูกผักกินดอกและกินหัว.** กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดม ภู่พิพัฒน์. 2531. "การใช้สารเคมี Myco Carb ป้องกันและกำจัดอะฟลาทอกซินในข้าวโพด." ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. 2536. **การสกัดและตรวจสอบสารสำคัญและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

เอกสารทางวิชาการฉบับที่ 3. 2531. **คู่มือเกษตรกร.** กรุงเทพฯ : สมาคมการค้าปุ๋ยและธุรกิจการเกษตรไทย.

Ansari, A.A. and Shrivastava, A.K. 1991. "The effect of eucalyptus oil on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*." **Letter in Applied Microbiology.** 13 : 75-77.

Applebaum, S.R. and Marth, H.E. 1982. "Inactivation of aflatoxin M1 in milk using hydrogen peroxide and hydrogen peroxide plus riboflavin or lactoperoxidase." **Journal of Food Protection.** 45(6) : 557-560.

Awuah, R.T. and Kpodo, K.A. 1996. "High incidence of *Aspergillus flavus* and aflatoxin in stored ground in Ghana and the use of a microbial assay to assess the inhibitory effect of plant extracts on aflatoxin synthesis." **Mycopathologia.** 134(2) : 109-114.

Badei, A.Z.M. 1992. "Antimycotic effect of cardomom essential oil againts mycotoxingenic molds in relation to its chemical composition." **Chemie-Microbiologie-Technologie-der Lebensmittel.** 14(5-6) : 177-182.

Bennet, J.W. and Christensen, S.B. 1983. "New perspectives on aflatoxin biosynthesis." **Advances in Applied Microbiology.** 29 : 53-62.

Betina, V. 1983. **Mycotoxins production isolation separation and purification.** Amsterdam : Elsevier Science Publishers B.V.

Bilgrami, K.S., Sinha, K.K. and Sinha, A.K. 1992. "Inhibition of aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus* by eugenol & onion garlic extracts." **Indian Journal of Medical Research-Section B.** 96 :171-175.

Blount, W.P. 1961. Turkey X disease. **Turkeys.** 9 : 52.

Boller, R.A. and Schroedeo, H.W. 1973. "Influence of *Aspergillus chevalieri* on production of aflatoxin in rice by *Aspergillus parasiticus*." **Phytopathology.** 63 : 1507-1510.

Bullerman, L.B. , Lieu, Y. and Seier, S.A. 1977. "Inhibition of growth and aflatoxin production by cinamon and clove oils, cinamic aldehyde and eugenol." **Journal of Food Science.** 42 : 1107-1109.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calistru, C. , McLean, M. and Berjak, P. 1997. "Invitro studies on the potential for biological control of *Aspergillus flavus* and *Fusarium moniliforme* by *Trichoderma* species." **Mycopatologia.** 139 : 115 –121.

Campbell, K.W., Hamblin, A.M. and White, D.G. 1997. "Inheritance of resistance to aflatoxin production on cross between corn inbreds B73 and LB31." **The American Phytopathological Society.** 87(11) : 144-146.

Chatterjee, D. 1990. "Inhibition of fungal growth and infection in maize grains by spice oils." **Letters in Applied Microbiology.** 11 : 148-151.

Choudhary, A.K. 1992. "Influence of microbial co-inhibitants on aflatoxin synthesis of *Aspergillus flavus* on maize kernels." **Letters in Applied Microbiology.** 14 : 143-147.

Chourasia , H.K. 1995. "Mycobiota and mycotoxins in herbal drugs of pharmaceutical Industries." **Mycological-research.** 99(6) : 697-703.

Dorner, J.W. , Cole, R.J. , Sanders, T.H. and Blankenship, P.D. 1989. "Interrelationship of kernels water activity, siol temperature, maturity and phytolexin production in preharvest aflatoxin contamination of drough stressed peanuts." **Mycopathologia.** 105 : 117-128.

Dvorackava, I. 1990. **Aflatoxin and human health.** Florida : CRC Press Inc. Boca Raton.

Dwivedi, S.K. and Dubey, N.K. 1993. "Potential use of the essential oil of *Trachyspermum ammi* against seed-bome fungi of guar (*Cyamopsisi tetragonolobo* L.)." **Mycopathologia.** 21(2) : 101-104.

Efuntoye, M.O. 1999. "Mycotoxins of fungal strains from stroed herbal plants and mycotoxin of Nigerian crude herbal drugs." **Mycopathologia.** 147(1) : 43-48.

Epstein, E. , Steinberg, M.P. , Nelson, A.I. and Wei, L.S. 1970. "Aflatoxin production as affected by environment condition." **Journal of Food Science.** 35 : 389-392.

Fan, J.J. and Chen, J.H. 1999. "Inhibition of aflatoxin-production fungi by Welsh onion extracts." **Journal of Food Protecion.** 62(4) : 414-417.

Farag, R.S. , Daw, Z.Y. , Hewedi, F.M. and EL-Baroty, G.S.A. 1989. "Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils." **Journal of Food Protection.** 52(9) : 665-667.

Garber, R.K. and Cotty, P.J. 1997. "Formation of sclerotia and aflatoxin in developing cotton bolls infected by the S. strain of *Aspergillus flavus* and potential for biocontrol with an atoxigenic strian." **Phytopathology.** 87 : 940-945.

Gelestin, M. and Bullerman, L. 1998. "Inhibition of aflatoxin production of *Aspergillus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*parasiticus* NRRL 2999 by *Bacillus pumilis.*" **Mycopatologia.** 40 : 163-169.

Goaleni, N. , Smith, E.J. , Laecy, J. , and Gettinby, G. 1997. "Effects of temperature, water activity and incubation time on production of aflatoxin and cyclopiazonic acid by an isolate of *Aspergillus flavus* in surface agar culture." **Applied and Environmental Microbiology.** 63(4) : 1048-1053.

Goto, T. , Ito,Y. , Peterson, S.W. and Wicklow, D.T. 1997. "Mycotoxin production ability of *Aspergillus tamarii.*" **Mycotoxins.** 44 : 17-20.

Goto, T. , Wicklow, D.T. and Ito, Y. 1990. "Aflatoxin and cyclopiazonic acid production by sclerotium-producing *Aspergillus tamarii* strain." **Applied and Environmental Microbiology.** 62 : 4036-4038.

Gourama, H. and Bullerman, L. 1995a. "Inhibition of growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* by *Lactobacillus* species." **Journal of Food Protection.** 58(11) : 1249-1256.

Gourama, H. and Bullerman, L. 1995b. "*Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* : aflatoxigenic fungi of concern in food and feeds." **A Review. Journal of Food Protection.** 58(12) : 1395-1404.

Hasan, H.A.H. 1999. "Role of caffeine and tannin in anti-toxigenic properties of coffee and tea cryptogamie." **Mycologie.** 20(1) : 17-21.

Hasan, H.A.H. and Abdel, M.A.Y. 1994. "Inhibitory effect of aqueous leaf extracts of some plants on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus.*" **Dirasat-Series-B-Pure and Applied-Science.** 21(3) : 215-219.

Heathcote, J.G. 1984. **Aflatoxin and related toxins. Mycotoxins-production, isolation, separation and purification.** Netherlands : Elsevier Science Publishers B.V.

Hess, S.C. , Brum, R.L. , Honda, N.K. , Cruz, A.B. , Moretto, E. , Messana, I. , Ferrari, F. , Filho, V.C. and Yunes, R.A. 1995. "Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Vochysia divergens* (Vochysiaceae)." **Journal of Ethnopharmacology.** 47 : 97-100.

Hitokoto, H. , Morozumi, S. , Nauka, T. , Sakai, S. and Ueno, I. 1980. "Inhibitory effect of spices on growth and toxin production by toxigenic fungi." **Applied and Environmental Microbiology.** 39 : 818-822.

Houghton, J. and Rama, A. 1998. **Laboratory hand book for the fractionation of natural extracts.** King's college London.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ito, Y., Perterson, S.W. , Wicklow, D.T. and Goto,T. 2001. "*Aspergillus pseudotamarii*, a new aflatoxin producing species in *Aspergillus* section *Flavi*." **Mycological Research**. 105 (2) : 233-239.

Kumar, S. and Parsad, G. 1992. "Efficacy of medicinal plant (*Andrographis peniculatal*) extract on aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus*." **Letters in Applied Microbiology**. 15 : 131-132.

Kurtzman, C.P. , Horn, B.W. and Hesseltine, C.W. 1987. "*Aspergillus nomius*, a new aflatoxin-producing species related to *Aspergillus flavus* and *Aspergillus tamarii*." **Antonie van Leeuwenhoek**. 53 : 147-158.

Line, J.E. and Brackett, R.E. 1995. "Role of toxin concentration and second carbon source in microbial transformation of aflatoxin $B_1$ by *Flavobacterium auranticum*." **Journal of Food Protection**. 58(9) : 1042-1044.

Line, J.E. , Brackett, R.E. and Wilkinson, R.E. 1994. "Evidence for degradation of aflatoxin $B_1$ by *Flavobacterium auranticum*." **Journal of Food Protection**. 57 : 788-791.

Mahmoud,M.L. , Ei-Bazza, Z.E. and Mohamed, Z.G. 1992. "Aflatoxin production at different ralative on gamma-irradiated herbs used as Egyptian drinks." **Egyptian Journal of Pharmaceutical Sciences**. 33(1-2) : 21-30.

Mahmoud,A.L.E. 1994. "Antifungal action and antiaflatoxigenic properties of some essential oil constituents." **Letters in Applied Microbiology**. 19 : 110-113.

Mahmoud,A.L.E. 1999. "Inhibition of growth and aflatoxin biosynthesis of *Aspergillus flavus* by extract of some Egyptian plants." **Letters in Applied Microbiology**. 29(5) : 334-336.

Masood, A. ,Dogra, J.V.V. and Jha, A.K. 1994. "The influence of colouring and pungent agents of red Chilli (*Capsicum annum*) on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*." **Letters in Applied Microbiology**. 18 : 184-486.

Masood, A. and Ranjan, K.S. 1991. "The effect of aqueous plant extracts on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*." **Letters in Applied Microbiology**. 13 : 32-34.

Mishra, A.K. and Dubey, N.K. 1990. "Fungitoxicity of essential oil of *Amomumsubulatum* against *Aspergillus flavus*." **Economic Botany**. 44(4) : 530-533.

Montes, B.R. and Carvajai, M. 1998. "Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components." **Journal of Food Protection**. 61(5) : 616-619.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monte, A. and Alvera, A. 1998. **SAS System a Programmer's Guide.** New York : Mc Graw-Hill.

Northolt, D.M. and Bullerman, B.L. 1982. "Prevention of mold growth and toxin production through control of environment conditions." **Journal of Food Protection**. 45(6) : 519-526.

Parsad, G. , Sahay, S.S. and Masood, A. 1994. "Inhibition in aflatoxinbiosynthesis by the extract of *Amorphophallus campanulatus* (OL) and calcium oxalate." **Letters in Applied Microbiology.** 18 : 203-205.

Paster, N. , Menassherov, M. , Ravid, V. and Juven, B. 1995. "Antifungal activity of oregano and thyme essential oil applied as fumigants against fungi attacking stored grain." **Journal of Food Protection.** 58 : 81-85.

Patkar, K.L. , Usha, C.M. , Shefty, H.S. , Paster, N. and Lacey, J. 1993. "Effect of spice essential oils on growth and aflatoxi n $B_1$ production by *Aspergillus flavus*." **Letter in Applied microbiology.** 17 : 49-51.

Peterson, S.W. , Ilo, Y. ,Horn, B.W. and Goto, T. 2001. "*Aspergillus bombycis*, a new aflatoxigenic species and genetic variation in its sibling species, *A. nomius*. **Mycologia.** 93 : 689-703.

Pierides, M. , El-Nezami, H. , Peltonen, K. , Salminen, S. and Ahokas, J. 2000. "Ability of dairy of lactic acid bacteria to bind aflatoxin $M_1$ in a food model." **Journal of Food Protection.** 63(5) : 645- 650.

Pomeranz, Y. and Meloan, C.E. 1994. **Food Analysis : Theory and Practice.** 3rd ed. New York : Chapman and Hall.

Ramakrishma, N. , Lacey, J. and Smith, J.E. 1996. "*Aspergillus flavus* colonization and aflatoxin $B_1$ formation in barley grain during interaction with other fungi." **Mycopathologia.** 136 : 53-63.

Ranjan, K.S. , Parsad, G. and Sinha, A.K. 1991. "Evaluation of some bitter plant extracts against aflatoxin production and growth of *Aspergillus flavus*." **National-Academy Science-Letters.** 14(6) : 241-243.

Salmeron, J. and Pozo, R. 1991. "Effect of cinnamin (*Cinnamonum zeylanicum*) and clove (*Euginia caryophyllus*) on growth and toxigenesis of *Aspergillus flavus*." **Mycobiologie-Aliment-Nutrition.** 9(1) : 83-87.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sargeant, K. , O'Kelly, J. and Carnaghan, R.B.A. 1961a. "The assay of a toxic principle in certain samples of groundnut meals." **Veterinary Record.** 73 : 1219.

Sargeant, K. , Sheridan, A. , O'Kelly, J. and Carnaghan, R.B.A. 1961b. "Toxicity associated with certain samples of groundnut." **Nature.** 192 :1096.

Sayed, O.H. and Fadi-Allah, E.M. 1992. "Influence of aflatoxin $B_1$ on growth photosynthetic oxygen evolution and regreening of *Chlorella fusca* (Chrorococales, Chlorophyta)." **Cryptogamie-Algologie.** 13(1) : 45-48.

Shankarrao, C. , Elliah, P. , Reddy, D.S. , Krishnappa, K. and Prabihakar, G. 1994. "Effect of methanolic extracts of plants on aflatoxin production." **Indian Journal of Natural Products.** 10(2) : 13-15.

Seitz, L.M. and Mohr, H.E. 1974. "A new method for quantitation of aflatoxin in corn." **Cereal Chemistry.** 54 : 179-183.

Shantha, T. , Rati, E.R. and Joseph, R. 1996. "Reversal of growth inhibition of *Bacillus megaterium* due to aflatoxin by coffee and tea extract." **Letter in Applied Microbiology.** 23(6) : 437-438.

Shelet, L.A. 1983. "Antimicrobial effects of spices." **Journalof Food Safety.** 629-644.

Shibamoto, T. and Leonard, B.F. 1993. **Introduction to Food Toxicology.** New York.

Sinha, K.K. 1990. "Prevents of aflatoxin in some cereals and oil-seeds by natural plant constituents." **Irish Journal of Food Science and Technology.** 14(2) : 109-120.

Sinha, K.K. , Sinha, A.K. , Gajendra, P. and Parsad, G. 1993. "The effect of clove and cinnamon oils on growth of and aflatoxin production by *Aspergillus flavus.*" **Letters in Applied Microbiology.** 16(3) : 114-117.

Stoloff, L. 1980. "Aflatoxin M in perspective." **Journal of Food Protection.** 43(3) : 226-230.

Suman, M. , Mamta, D. ,Kishan, S. , Dihiya, M. and Singh, K. 1999. "Studies on aflatoxin produce by *Aspergillus* species in khoa." **Indian-Journal of Dairy-Science.** 52(3) : 149-151.

Thanaboripat, D. , Premsri, T. , Runbusayakul, N. and Sukcharoen, O. 1996. "Effect of food preservative on growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* in liquid medium." **ASEAN Food Journal.** 11 : 61-64.

Thanaboripat, D. , Nontabenjawan, K. , Leesin, K. , Teerapiannot, D. , Sukcharoen, O. and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ruangrattanametee, W. 1997. "Inhibitory effect of garlic, clove and carrot on growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production." **Journal of Forestry Research.** 8(1) : 39-42.

Vagas, I. , Sany, I. , Moya, P. and Prima, Y.E. 1999. "Antimicrobial and antioxidant compound in the nonvolatile fraction of expressed orange essential oil." **Journal of Food Protection.** 66(8) : 929-932.

**What tree is that.** 1991. New York : Crescent book.

Zeringue, H.J. and Bhatnagar, D. 1990. "Inhibition of aflatoxin production in *Aspergilus flavus* infected cotton bolls after treatment with neem leaf extract." **Journal of the American Oil-Chemists Society.** 67(4) : 215-216.

Zohri, A.A. , Saber, M.S. and Mostafa, M.E. 1997. "Effect of and tellurite on the morphological growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus* var. *globosus* IMI 120920." **Mycopathologia.** 139 : 51-57.

Zohri, A.N. , Abdel, G.K. and Saber, S. 1995. "Antibacterial, antidermatophytic and antitoxigenic activities of onion (*Allium cepa* L.) oil." **Microbiological Research.** 50(2) : 167-172.

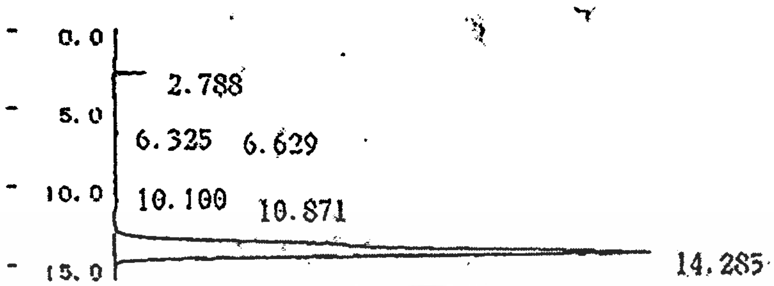
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

# ข้อมูลการวิเคราะห์อะฟลาทอกซิน

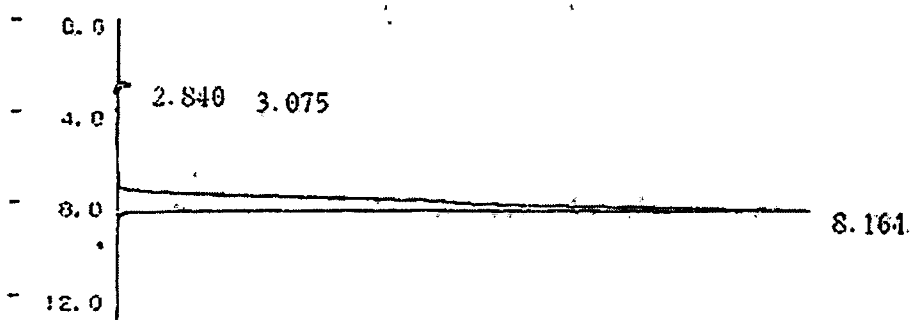



** CALCULATION REPORT **

| CH | PKNO | TIME | AREA | HEIGHT | MK | IDNO | CONC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2.788 | 12571 | 1795 | | | 0.8958 |
| | 2 | 6.325 | 1566 | 83 | | | 0.1116 |
| | 3 | 6.629 | 2127 | 136 | V | | 0.1516 |
| | 4 | 10.1 | 1252 | 72 | | | 0.0892 |
| | 5 | 10.871 | 1827 | 96 | | | 0.1302 |
| | 6 | 14.285 | 1384022 | 32659 | | | 98.6217 |

**รูปที่** ก-1 โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

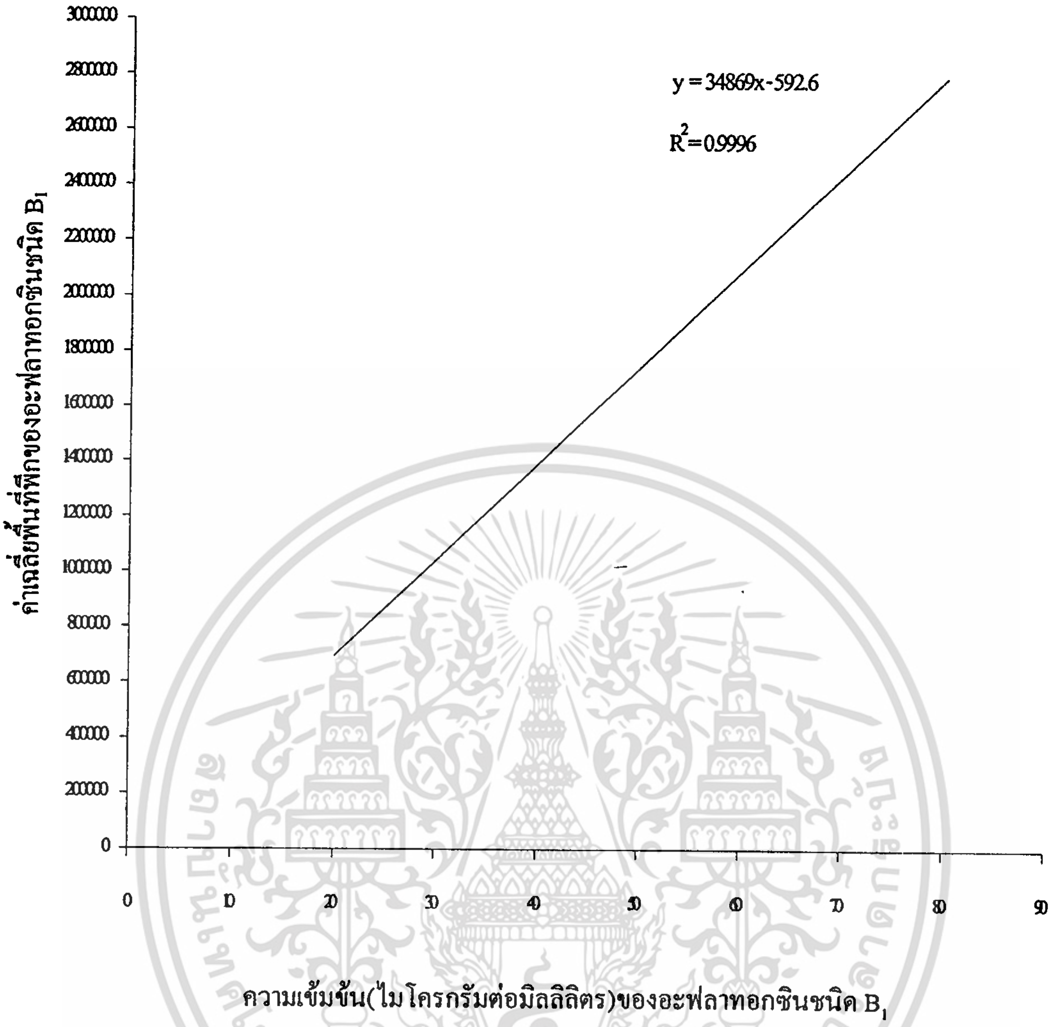



** CALCULATION REPORT **

| CH | PKNO | TIME | AREA | HEIGHT | MK | IDNO | CONC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2.84 | 9768 | 860 | | | 0.9505 |
| | 2 | 3.075 | 2109 | 292 | V | | 0.2052 |
| | 4 | 8.164 | 1015863 | 42645 | V | | 98.8443 |

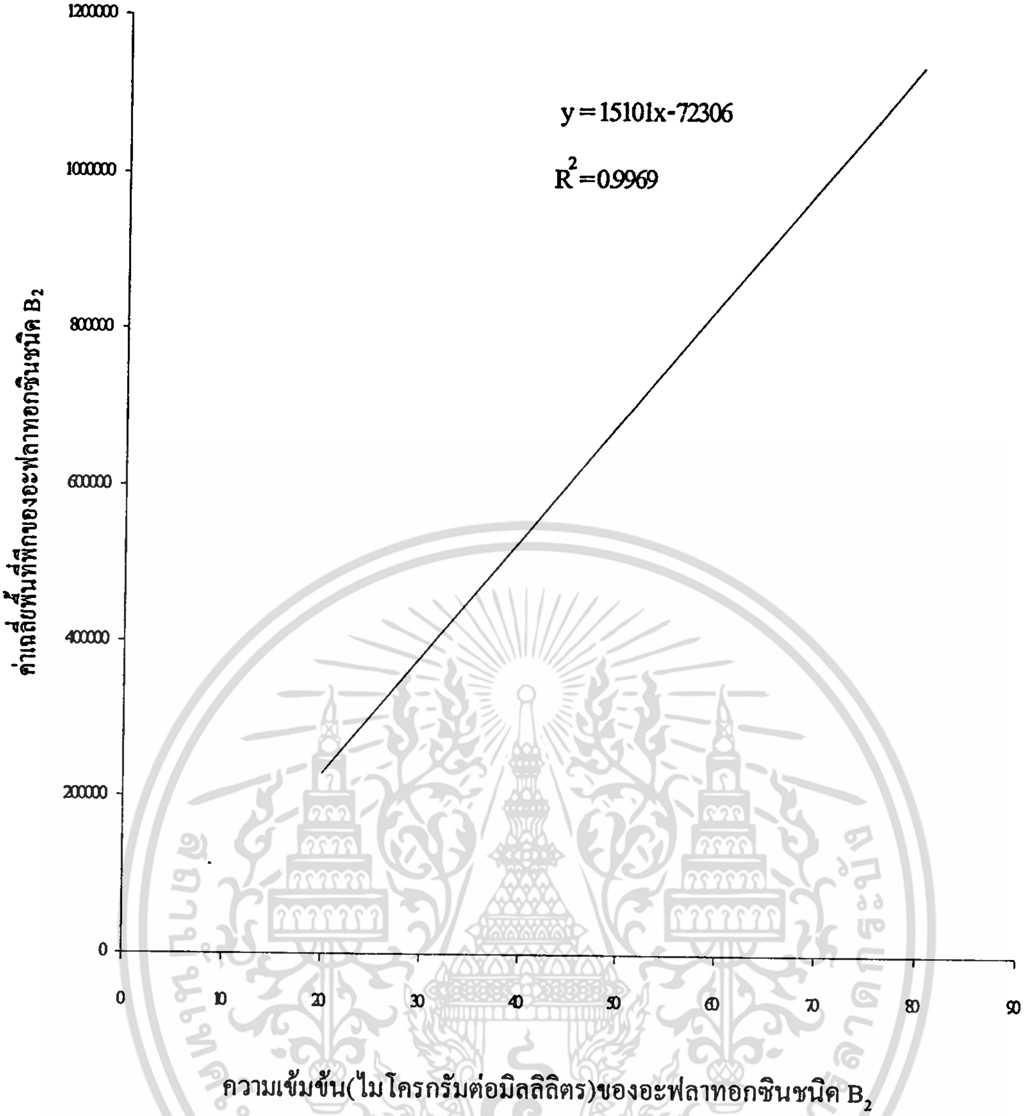
**รูปที่ ก-2** โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด $B_2$ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ก-3** กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด $B_1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ ก-4** กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด $B_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ก-1** พื้นที่พีกอะฟลาทอกซินที่เชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 สร้างในเมล็ดข้าวโพด โดยเติมพลูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ระยะเวลาบ่มเชื้อ(วัน) | ซ้ำที่ | ความเข้มข้นของสารสกัดพลู (เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ชุดควบคุม | | | 2 | | | 4 | | | 6 | | | 8 | | | 10 | | |
| | | $B_1$ | $B_2$ | total | $B_1$ | $B_2$ | total | $B_1$ | $B_2$ | Total | $B_1$ | $B_2$ | total | $B_1$ | $B_2$ | total | $B_1$ | $B_2$ | total |
| 3 | 1 | 139641.0000 | 34863.0000 | 174504.0000 | 17625.0000 | 2207.0000 | 32627.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 194198.0000 | 39728.0000 | 233926.0000 | 5922.0000 | 2495.0000 | 33006.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 247446.0000 | 38150.0000 | 285596.0000 | 15700.0000 | 2778.0000 | 32125.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | เฉลี่ย | 193761.6667 | 37580.3333 | 231342.0000 | 30092.6667 | 2493.3333 | 32586.0000 | 0. 0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7 | 1 | 1918478.0000 | 206545.0000 | 2125023.0000 | 11774.0000 | 9342.0000 | 21116.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 1990173.0000 | 206673.0000 | 2196846.0000 | 13178.0000 | 9636.0000 | 22814.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 1067064.0000 | 137693.0000 | 1204757.0000 | 12228.0000 | 9402.0000 | 21630.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | เฉลี่ย | 1658571.6667 | 183637.0000 | 1842208.6667 | 12393.3333 | 9460.0000 | 21853.3333 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 14 | 1 | 1891060.0000 | 237580.0000 | 2128640.0000 | 30420.0000 | 12829.0000 | 30454.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 2000668.0000 | 234089.0000 | 2234757.0000 | 30511.0000 | 12632.0000 | 71852.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 1995776.0000 | 234808.0000 | 2230584.0000 | 29347.0000 | 12321.0000 | 28021.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | เฉลี่ย | 1962501.3333 | 235492.3333 | 2197993.6667 | 30848.3333 | 12594.0000 | 43442.3333 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 21 | 1 | 2971689.0000 | 337681.0000 | 3309370.0000 | 255673.0000 | 24620.0000 | 380293.0000 | 7092.0000 | 2176.0000 | 9268.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 2567226.0000 | 259063.0000 | 2826289.0000 | 177150.0000 | 28690.0000 | 205840.0000 | 5102.0000 | 0.0000 | 5102.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 2618454.0000 | 289010.0000 | 2907464.0000 | 170499.0000 | 29375.0000 | 199874.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | เฉลี่ย | 2719123.0000 | 295251.3333 | 3014374.3333 | 234440.6667 | 27561.6667 | 262002.3333 | 4064.6667 | 725.3333 | 4790.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 28 | 1 | 3116118.0000 | 351377.0000 | 3467495.0000 | 744781.0000 | 118844.0000 | 863625.0000 | 304686.0000 | 29521.0000 | 334207.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2 | 2974807.0000 | 339219.0000 | 3314026.0000 | 757131.0000 | 127564.0000 | 884695.0000 | 283123.0000 | 30365.0000 | 313488.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 3 | 2687829.0000 | 295557.0000 | 2983386.0000 | 709304.0000 | 103657.0000 | 812961.0000 | 313326.0000 | 36001.0000 | 349327.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | เฉลี่ย | 2926251.3333 | 328717.6667 | 3254969.0000 | 737072.0000 | 116688.3333 | 853760.3333 | 300378.3333 | 31962.3333 | 332340.6667 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

# สมุนไพร

**รูปที่ ข-1** กระเจี๊ยบ

ที่มา : นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2539

**กระเจี๊ยบแดง**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Hibiscus sabdariffa* Linn.

**ชื่อวงศ์** Malvaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Jamaica sorrel, Roselle of Rama

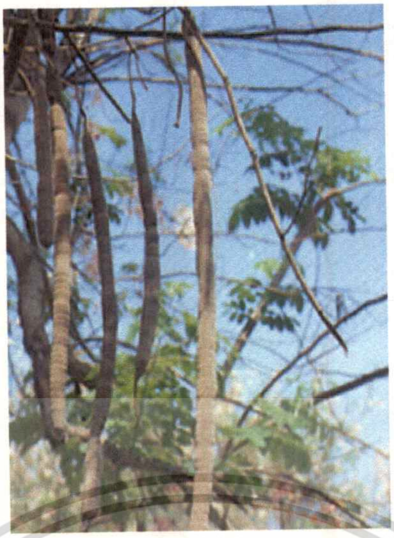
**ชื่ออื่น** มะเขือมอญ กระเจี๊ยบ มะเขือทะวาย

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 1-2 เมตร ลำต้นและใบมีขนหยาบ ใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปฝ่ามือกว้างและยาวใกล้เคียงกัน ดอกเป็นดอกเดี่ยวออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีชมพูหรือเหลือง บริเวณเกสรของดอกมีสีม่วงแดง เกสรตัวผู้เชื่อมกันเป็นหลอด ผลเป็นผลแห้งแตก กลีบเลี้ยงมีสีแดงฉ่ำ (สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540)

**สาระสำคัญ** กระเจี๊ยบมีสาร anthocyanin และกรดอินทรีย์ได้แก่ กรด palmitic, stearic, malic, citric hydroxycitric นอกจากนี้ยังมีสารเมือก เช่น pectin

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ลดความดันโลหิตสูง ลดไข้ ลดระดับคอเลสเตอรอล ฆ่าพยาธิใบไม้ในเลือด ยับยั้งเนื้องอก เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง ยับยั้งไวรัส (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2539) ผงดอกกระเจี๊ยบแห้งไม่สามารถต้านการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* แต่สามารถยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซินได้ (ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. 2542) สามารถยับยั้งเชื้อราแบคทีเรีย และยีสต์ การทดสอบความเป็นพิษโดยป้อนสารสกัดกลีบเลี้ยงด้วยน้ำร้อนให้กระต่ายในปริมาณที่ทำให้กระต่ายตายครึ่งหนึ่ง ($LD_{50}$) คือ 129.1 กรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ ข-2** กัลปพฤกษ์
ที่มา : สยามไภษัชพฤกษ์ภูมิปัญญาของชาติ. 2538

**กัลปพฤกษ์**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Cassia bakeriana* Craib

**ชื่อวงศ์** Caesalpiniaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Wishing tree pink shower

**ชื่ออื่น** กาลพฤกษ์

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบช่วงสั้น สูงได้ถึง 10 เมตร ใบประกอบแบบขนนก มีใบย่อย 5-7 คู่ รูปขอบขนาน กว้าง 1.5-3 เซนติเมตร ยาว 6-8 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ ดอกย่อยสีชมพู เมื่อเริ่มบานแล้วสีจะจางลงเรื่อยๆจนถึงสีขาว กลีบดอกมี 5 กลีบ รูปไข่ กว้าง 1- 2.5 เซนติเมตร ยาว 3.5-4.5 เซนติเมตร เกสรเพศผู้ 10 อัน ยาว 3 อัน สั้น 4 อัน และเป็นหมัน 3 อัน ฝักสีน้ำตาลอมเทา รูปทรงกระบอก ยาว 30-40 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-1.5 เซนติเมตร ออกดอกและติดผลช่วงเดือน มกราคม-มิถุนายน เนื้อไม้และเปลือกให้น้ำฝาดนำไปฟอกหนัง (องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2542)

**สาระสำคัญ** anthraquinone, cyanin, campesterol, genistin, kaempferol, quercitrin

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เนื้อในฝักกินเป็นยาระบายอย่างอ่อน เหมาะสำหรับเด็ก รากและเถา มีรสจืดเย็น แก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้พิษร้อนต่างๆ แก้การอักเสบ แก้ปวดบวม ใบ แก้ไข้ ถอนพิษ ลดอาการมึนเมา ในประเทศมาเลเซียใช้น้ำคั้นจากใบกินแก้โรคประจำเดือนมาไม่ปกติ และอาจใช้หยอดหู (ธงชัย เปาอินทร์ และนิวัตร เปาอินทร์. 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-3** ดอกกานพลู
ที่มา : สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542

**กานพลู**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Syzygium aromaticum* Linn. Merr. & Perry

**ชื่อวงศ์** Myrtaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Clove

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** ไม้ยืนต้น สูง 5 - 10 เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปวงรีหรือรูปใบหอก กว้าง 2.5 - 4 ซม. ยาว 6 - 10 ซม. ขอบเป็นคลื่น ใบอ่อน สีแดงหรือสีน้ำตาลแดง เนื้อใบบางค่อนข้างเหนียว ผิวมัน ดอกช่อ ออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาว และร่วงง่าย กลีบเลี้ยงและฐานดอกสีแดงหนาแข็ง ผลเป็นผลสด รูปไข่ มีกลิ่นเฉพาะและรสเผ็ดร้อน ชอบอากาศร้อน ความชื้นสูง (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2541 ; สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540)

**สารสำคัญ** น้ำมันกานพลู (clove oil) เป็นน้ำมันที่กลั่นจากดอกกานพลูแห้ง มีสารจำพวกฟีนอลไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 น้ำมันกานพลูส่วนใหญ่จะประกอบด้วย eugenol, eugenol-acetate และ caryophyllene รวมกันเป็นร้อยละ 99 โดยมีสัดส่วนของ eugenol อยู่ถึงร้อยละ 70-90

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** น้ำมันกานพลูมีสาร eugenol มีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ ใช้ใส่รูฟันเพื่อระงับอาการปวดฟัน ลดการบีบตัวของลำไส้ ช่วยขับน้ำดี มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด (สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535) Patkar *et al.* (1993) ศึกษาการยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อ *A. flavus* พบว่าเมื่อเติมน้ำมันกานพลูความเข้มข้น 1 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ลงไปในอาหารเหลวจะสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-4** ขมิ้นชัน
ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**ขมิ้นชัน**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Curcuma longa* Linn.

**ชื่อวงศ์** Zingiberaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Turmeric

**ชื่ออื่น** ขมิ้นแกง ขมิ้นหยอก ขี้มิ้น หมิ้น ขมิ้นหัว

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดินที่แตกแขนงออกด้านข้างทั้งสอง ด้านตรงข้ามกัน เนื้อในเหง้ามีสีเหลืองส้ม มีกลิ่นเฉพาะตัว ใบเป็นใบเดี่ยว ขนาดใหญ่ แทงออกจากเหง้า ดอกเป็นดอกช่อทรงกระบอกมีก้านช่อแทงจากเหง้าโดยตรง กลีบดอกมีสีเหลืองอ่อน มีกลีบประดับสีเขียวอ่อน ดอกบานจากด้านล่างขึ้นไป บานครั้งละ 3-4 ดอก ผลรูปกลม มี 3 พู (พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537)

**สาระสำคัญ** เหง้าขมิ้นมีน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ประมาณร้อยละ 2-6 เป็นน้ำมันสีเหลือง มีสารหลายชนิด คือ turmerone, zingiberene, borneol เป็นต้น และมีสารสีเหลืองส้ม คือ เคอร์คิวมิน (Curcumin) ประมาณร้อยละ 1.8- 5.4

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ลดการอักเสบ ช่วยขับลม ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น *E. coli, Lactobacillus acidophilus* และ *L. phantarum* (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543) พจนีย์ สุริยะวงศ์ (2537) รายงานว่ามีผู้ทดสอบสารสกัดเหง้าขมิ้นซึ่งสกัดด้วยเอทานอล พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราได้หลายชนิด และพบว่าน้ำมันขมิ้นชันสามารถยับยั้งเชื้อราอื่นๆ ได้ เช่น *A. flavus*, *A. niger* และจากการทดสอบความเป็นพิษโดยฉีดสารสกัดขมิ้นด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ เข้าทางช่องท้องหนูที่ปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้หนูตายครึ่งหนึ่งและพบว่าขมิ้นชันไม่มีพิษเฉียบพลันต่อสัตว์ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-5** ชะพลู
ที่มา : สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535

**ชะพลู**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Piper sarmentosum* Roxb. Ex Hunter

**ชื่อวงศ์** Piperaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Common plantain

**ชื่ออื่น** นมวา ผักปูนา ผักพลูนก พลูลิง

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 30-80 เซนติเมตร ลำต้นมีสีเขียว ใบเดี่ยว คล้ายใบพลู เรียงสลับรูปหัวใจ ก้านใบยาว ใบมีกลิ่นหอมและมีรสเผ็ด ดอกช่อ ออกที่ซอกใบ รูปทรงกระบอก ดอกมีสีขาว แก่เต็มที่จะมีสีเขียว (สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535)

**สาระสำคัญ** น้ำมันหอมระเหย citroneol,eugenol acetate

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ขับเสมหะ ขับลม ช่วยเจริญอาหาร(สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542) รากและผลแก้ทองขึ้น ท้องเฟ้อ แก้บิด (สุรินทร์ มัจฉาชีพ และสมสุข มัจฉาชีพ. 2533) การทดลองในสัตว์ พบว่าสารสกัดทั้งต้น มีฤทธิ์กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้และคลายกล้ามเนื้อ (สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-6** ทับทิม

ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มมป

**ทับทิม**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Punica granatum* Linn.

**ชื่อวงศ์** Punicaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Pomegranate

**ชื่ออื่น** พิลา พิลาขาว มะก่องแก้ว มะเก๊าะ

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้พุ่ม สูง 2-5 เมตร ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปวงรีแกมขอบขนาน กว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร ใบอ่อนมีสีแดง ดอกเดี่ยวหรือดอกช่อ 2-5 ดอก ออกที่ซอกใบและปลายยอด กลีบดอกสีส้มแดง กลีบเลี้ยงหนาแข็ง สีส้มแกมเหลือง ผลเป็นผลสด รูปกลม (สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540)

**สาระสำคัญ** เปลือกผลมีสารแทนนินและกรดแทนนิก เปลือกรากและเปลือกต้นมีสาร pelletierine และ isopelletierine

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เปลือกผลตากแห้งรักษาอาการท้องร่วง ใช้ทาแก้น้ำกัดเท้าเนื่องจากเชื้อรา สมเกียรติ วงศ์ทางสวัสดิ์ (2539) ทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Entamoeba histolytica* โดยสมุนไพร3 ชนิด คือ ใบฝรั่ง เปลือกผลทับทิม และเปลือกผลมังคุด พบว่าสารสกัดจากสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. histolytica* ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน คือ 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ นิโลบล พิมเสน และเพลินเนตร โลหะการ (2537) ยังได้ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อในช่องปากของน้ำยาบ้วนปากเปลือกผลทับทิมต่อเชื้อสายพันธุ์ที่แยกได้จากผู้มีสุขภาพช่องปากไม่ปกติ และเชื้อในน้ำลายผู้มีสุขภาพช่องปากไม่ปกติ พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อเหล่านี้ได้ และพบว่า tannin ซึ่งเป็นองค์ประกอบในเปลือกทับทิม สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 6538P ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-7** บัวบก
ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**บัวบก**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Centella asiatica* Linn. Urban

**ชื่อวงศ์** Apiaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Asiatic Pennywort

**ชื่ออื่น** ประหนะเอขาเด๊าะ ผักแว่น ผักหนอก

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชเขตร้อน ขึ้นทั่วไปตามที่ลุ่มชื้นแฉะ เป็นพืชล้มลุก อายุหลายปี เลื้อยไปตามพื้นดิน ใบและรากจะแตกออกตามข้อ ใบเป็นใบเดี่ยว รูปร่างเป็นรูปไต หรือรูปกลม มีรอยเว้าลึกที่ฐานใบ ขอบใบมีรอยหยัก ผิวใบด้านบนเรียบ ด้านล่างมีขนสั้นๆ ดอกเป็นดอกช่อคล้ายร่ม ออกจากข้อมี 2-3 ช่อ ช่อละ 3-4 ดอก แต่ละดอกมีกลีบดอก 5 กลีบ สีม่วงอมแดง โดยเรียงสลับกับเกสรตัวผู้ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540)

**สารสำคัญ** ต้นและใบมีสารกลัยโคไซด์ ชื่อ asiaticoside, asiatic acid, madecassic acid, citosterol, tannin resin และ hydrocotylene

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** รักษาแผลสด หรือแผลหลังผ่าตัด ( สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540) สารสกัดจากใบบัวบกยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง สารสกัดจากผลแห้งช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร สารสกัดบัวบกด้วยน้ำสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสาเหตุของหนองและเชื้อราที่เป็นสาเหตุของกลากได้ (วันดี กฤษณพันธ์. 2541) การทดสอบความเป็นพิษโดยฉีดสารสกัดบัวบกด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ เข้าช่องท้องหนูถีบจักร ปริมาณ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบอาการเป็นพิษแต่อย่างใด (พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537) จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านไวรัสเฮอร์บิส์ซิมเพลกซ์ชนิด 1 และ ชนิด 2 ของสมุนไพร พบว่าใบบัวบกที่สกัดด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการต้านไวรัสเฮอร์บิส์ซิมเพลกซ์เฉพาะชนิด 2 ส่วนบัวบกที่สกัดด้วยน้ำ มีฤทธิ์ทำลายไวรัสโดยตรง และมีผลยับยั้งการเพิ่มปริมาณไวรัสทั้ง 2 ชนิด (ชุตินันท์ กันตสุข. 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-8** ผกากรอง

ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**ผกากรอง**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Lantana camara* Linn.

**ชื่อวงศ์** Verbenaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Hedge flower

**ชื่ออื่น** ก้ามกุ้ง ขะจาย ดอกไม้จีน สาบแร้ง เบญจมาศป่า

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้พุ่ม ลำต้นตั้งตรง สูง 1-2 เมตร กิ่งก้านเป็นสี่เหลี่ยม ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปไข่ กว้าง 2-4 เซนติเมตร ยาว 5-9 เซนติเมตร โคนใบมน ปลายใบแหลม ขอบใบหยัก ดอกช่อกระจุกแน่น มีหลายสี กลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดเรียวยาว ผลสดรูปทรงกลมเมื่อสุกสีม่วงหรือดำ (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542)

**สาระสำคัญ** camaric acid, camarilic acid, cineoi, lantanose, lantanoic acid, rhamnose, ursolic acid

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เป็นพิษต่อเซลล์ ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน เป็นพิษต่อตับ ยับยั้งเนื้องอก ฆ่าวัชพืช ฆ่าหอย ฆ่าแมลง ต้านเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ระงับการเกิดนิ่ว ยับยั้งการกินอาหาร กระตุ้นการเจริญของเส้นผม การทดสอบพิษโดยการฉีดสารสกัดทั้งต้นซึ่งสกัดด้วยเอทานอลและน้ำสัดส่วน 1 ต่อ 1 เข้าช่องท้องของหนูถีบจักร ขนาดที่ทำให้หนูทดลองตายครึ่งหนึ่ง คือ 1.0 กรัมต่อกิโลกรัม (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-9** ผักกาดหัว

ที่มา : กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2531

**ผักกาดหัว**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Raphanus sativus* Linn.

**ชื่อวงศ์** Cruciferae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Chinese radish

**ชื่ออื่น** ไช่เท้า ไช่โป๊ ผักกาดขาว ผักกาดจีน ผักกาดหัว ผักขี้หูด

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ล้มลุก ลำต้นตั้งตรง มีขนหนาแน่น รากเป็นหัวสะสมอาหาร รูปทรงกระบอกเรียวยาว สีขาวถึงแดง เนื้อสีขาวหรือแดง ใบเดี่ยวเรียงสลับ ขอบใบหยักแบบขนนกแยกเป็นพูรูปกลมหรือรูปไข่ ดอกช่อกระจายออกที่ปลายยอด มีดอกย่อยจำนวนมากสีขาวถึงม่วงอ่อน มีกลิ่นหอม กลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ เกสรตัวผู้ 6 อัน ยาว 4 อัน สั้น 2 อัน ผลรูปกระบอก เมล็ดรูปไข่แกมทรงกลม สีเหลือง (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543)

**สารสำคัญ** raphanin, น้ำมันหอมระเหย, glycosides, น้ำตาล ได้แก่ glucose, sucrose, fructose กรด ได้แก่ p-coumaric acid, erucic acid, caffeic acid, ferulic acid, henyl pyruvic acid อนไซม์ ได้แก่ phosphatase, catalase, sucrase, amylase, alcohol dehydrogenase และ pyruvic carboxylase

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ขับปัสสาวะ แก้เลือดออกตามไรฟัน แก้โรคริดสีดวง บำรุงประสาท แก้เสียงแห้ง ไอกรน แก้แผลไฟลวก น้ำร้อนลวกและเท้าเปื่อย ใช้เป็นยาขับน้ำดี ใช้เป็นยาช่วยย่อยอาหาร ขับเสมหะ ละลายก้อนนิ่ว ขับลม ขับประจำเดือนและเป็นยาระบาย ในเมล็ดมีสาร raphanin ซึ่งมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น *E. coli, S. aureus* เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-10** ผักชีฝรั่ง
**ที่มา :** สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540

**ผักชีฝรั่ง**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Eryngium foetidum* Linn.

**ชื่อวงศ์** Umbelliferae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** False coriander

**ชื่ออื่น** ผักชีฝรั่ง ผักชีดอย หอมป้อมกุลา ผักชีฝรั่ง

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชพื้นเมืองจากเขตอเมริกาใต้ นำมาปลูกและแพร่หลายในเมืองไทยมานานแล้ว เป็นไม้ล้มลุก ลำต้นสั้น ใบรูปไข่ ขอบขนาน ยาวรี ปลายแหลม ฐานใบเรียวแหลม ริมใบหยักคล้ายฟันเลื่อย ใบยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร กว้าง 1-2 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวออกเป็นกระจุก ดอกมีก้านยาว สีเขียว แต่ละดอกมี 5-7 กลีบ ดอกยาวประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร ผลมีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร(สำนักงานคณะกรรมการการสาธารณสุขมูลฐาน. 2540)

**สาระสำคัญ** eugenol, isoeugenol, eugenol acetate, geraneol, lauric acid, capric acid, benzoic acid, carotol, citronellal, borneol, nerol, aldehyde, benzaldehyde

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ช่วยเจริญอาหาร ขับลม เป็นยาระบาย แก้อาเจียน วิงเวียนศีรษะ จากการทดสอบฤทธิ์พบว่าไม่เป็นพิษต่อไรทะเล (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-11** พริกไทย
ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**พริกไทย**
**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Piper nigrum* Linn.
**ชื่อวงศ์** Piperaceae
**ชื่อภาษาอังกฤษ** Pepper
**ชื่ออื่น** พริกน้อย
**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้เถาที่มีอายุยืน ลำต้นเป็นข้อๆ คล้ายต้นพลู มีรากฝอยออกตามข้อใช้ยึดเกาะ ส่วนรากที่หยั่งลึกลงสู่พื้นดินมีขนาดใหญ่ ประมาณ 3-6 ราก แต่ละรากมีรากฝอยมาก ใบเดี่ยวเรียงสลับรูปไข่ ดอกเป็นดอกช่อ ออกที่ซอกใบ ดอกสมบูรณ์เพศสีขาวแกมเขียว ดอกช่อประกอบด้วยดอกย่อยประมาณ 70 – 85 ดอก จะบานอยู่ประมาณ 5-7 วัน ผลเป็นผลสด เมื่อแก่จะเป็นสีแดง (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527)
**สารสำคัญ** ผลมีน้ำมันหอมระเหยกลุ่มโมโนเทอร์ปีน (monoterpenes) และกลุ่มเซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) และมีสารอัลคาลอยด์กลุ่มปิเปอรีน (piperine) ทำให้พริกไทยมีรสเผ็ดร้อนและกลิ่นฉุน
**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เป็นยาขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ บำรุงธาตุ เจริญอาหาร ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ และกระตุ้นประสาท (สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540) สารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งแบคทีเรีย *S. aureas* ต้านเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus* ซึ่งเป็นโรคพืชด้วย (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543) จากการศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อราจากน้ำมันหอมระเหยจากเหล้าข่าลิงสด ใบเสม็ดสด สารปิเปอรีนจากเมล็ดพริกไทย และสารซาร์โปนีนจากใบกระดูกไก่และผลมะคำดีควาย พบว่าน้ำมันจากข่าลิง สามารถยับยั้งเชื้อรา *Colletorichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ สารปิเปอรีนจากพริกไทย โดยพริกไทยมีค่า MIC เท่ากับ 3.13 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (สุมาลี เลี่ยมทอง. 2539)

เอกสารนี้ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-12** พลู
ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**พลู**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Piper betle* Linn.

**ชื่อวงศ์** Piperaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Betel Vine

**ชื่ออื่น** พลูจีน พลูเหลือง ปู เปล้ายวน

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง รากฝอยออกบริเวณข้อ ข้อมีลักษณะโป่งนูน ใบเดี่ยวเรียงสลับรูปหัวใจ กว้าง 8-12 เซนติเมตร ยาว 12-16 เซนติเมตร มีกลิ่นเฉพาะและมีรสเผ็ด ดอกช่อออกที่ซอกใบ ดอกเป็นย่อยขนาดเล็กออแน่นเป็นรูปทรงกระบอก แยกเพศ สีขาว ผลเป็นผลสดกลมเล็กเบียดอยู่บนแกน (สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535)

**สาระสำคัญ** ใบมีน้ำมันหอมระเหยซึ่งเรียกว่าน้ำมันพลู (Betel oil) ประมาณ 0.8-1.8 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันประกอบด้วยสาร chavicol และ eugenol มีฤทธิ์ชาเฉพาะที่ นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุต่างๆ ที่สำคัญ คือ ฟลูออไรด์ ในปริมาณสูง

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ช่วยให้เหงือกและฟันแข็งแรง เป็นยาขับลม แก้ปวดท้อง แก้ลมพิษ แก้โรคผิวหนัง ใช้รักษาแผลอักเสบ ฝี หนอง และสิวได้ ใบพลูสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และเอทานอลมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสาเหตุของวัณโรค ยับยั้งเชื้อราสาเหตุของ กลากเกลื้อน โดยสารสกัดอีเทอร์ให้ผลดีที่สุด จากการทดสอบพิษโดยใช้ยาขี้ผึ้งของสารสกัดพลูด้วยอีเธอร์ ทาผิวหนังกระต่ายปริมาณ 0.5 กรัม วันละครั้งติดต่อกัน 3 วัน ไม่พบอาการแพ้หรืออักเสบของผิวหนัง (พจนีย์ สุริยะวงศ์. 2537) ใบพลูที่สกัดด้วยอีเทอร์สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เกิดการอักเสบและหนอง เมื่อนำมาเตรียมขี้ผึ้งใบพลูพบว่าสารสกัดจากใบพลูสามารถปลดปล่อยตัวยาออกมาทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ค่า $LD_{50}$ ของสารสกัดจากใบพลูเมื่อทดสอบกับหนูถีบจักรพบว่ามีค่า 3.22 กรัมต่อกิโลกรัม (ลัดดาวัลย์ บุญรัตนกรกิจ. 2530)

เอกสารนี้ ... ไม่ได้นำไปใช้ ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-13** แพงพวยน้ำ
ที่มา : สุชาดา ศรีเพ็ญพรรณ. 2542

**แพงพวยน้ำ**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Jussiaeda repens* Linn.

**ชื่อวงศ์** Onagraceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Water primrose

**ชื่ออื่น** ผักปอดน้ำ ผักพังพวย ผักแพงพวย

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชลอยน้ำ บางที่พบเลื้อยขึ้นบนบกที่มีน้ำแฉะ ลำต้นกลม อวบยาวเลื้อยทอดไปตามน้ำ รากแตกตามข้อเป็นกระจุกมีทั้งรากปกติและรากเปลี่ยนเป็นทุ่นช่วยพยุงลำต้นพองยาวเรียวจมหรือลอยปริ่มน้ำ ลำต้นแตกเป็นกิ่งสั้นชูกลุ่มใบขึ้นเหนือน้ำ ใบเดี่ยวแตกจากลำต้นแบบสลับ ปลายใบกลมมน ฐานใบเรียวเล็ก ใบยาวประมาณ 1.5-5.0 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.0-2.0 เซนติเมตร แผ่นใบเรียบเป็นมัน ขอบใบเรียบ ก้านใบเรียวเล็ก ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ย 5 กลีบ ร่วงหลุดง่าย ดอกกว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร ผลเดี่ยวรูปทรงกระบอก ภายในมีเมล็ดมาก (สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542 )

**สาระสำคัญ** rutin และ ursolic acid

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** แก้มะเร็ง แก้น้ำเหลืองเสีย แก้ไข้มีพิษร้อน แก้หัวดาวหัวเดือน รักษาไข้หวัด แก้สุนัขบ้ากัด แก้ผิดสำแดง แก้ปวดศีรษะ ดับพิษร้อน ขับปัสสาวะ แก้บวม แก้ไอแห้งๆ แก้โรคหนองใน แก้หัด ผื่น คัน และแผลอักเสบ รักษาโรคผิวหนัง ฆ่าวัชพืช การทดสอบพิษ พบว่าเมื่อฉีดสารสกัดจากต้นแพงพวยน้ำด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ เข้าช่องท้องหนูขาวปริมาณมากกว่า 1 กรัมต่อกิโลกรัม จึงจะทำให้หนูตายครึ่งหนึ่ง (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-14** แพงพวยฝรั่ง
ที่มา : สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540

**แพงพวยฝรั่ง**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Catharanthus roseus* Linn. G don

**ชื่อวงศ์** Apocynaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Madagascar Periwinkle

**ชื่ออื่น** แพงพวยบก นมอิน ผักปอดบก

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 30-90 เซนติเมตร ทุกส่วนมีน้ำยางขาว ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปไข่กลับ กว้างประมาณ 1-2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3-8 เซนติเมตร ปลายใบมนหรือเว้าเป็นแอ่งตื้นๆ ปลายสุดมีติ่งแหลมเล็กๆขอบใบเรียบ โคนใบแหลมหรือมน แผ่นใบสีเขียวเข้ม เป็นมัน ดอกช่อออกเป็นคู่ที่ซอกใบ กลีบดอกมีหลายสี ผลเป็นฝักคู่ รูปทรงกระบอกยาว 2.5-4 เซนติเมตร มีเมล็ดจำนวนมากสีดำ (นันทวัน บุญยประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2542)

**สาระสำคัญ** แพงพวยฝรั่งมีสารที่ใช้รักษาโรคมะเร็งได้ผลดี คือ แอลคาลอยด์ ชื่อ vinblastine และ vincristine

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ต้านเชื้อแบคทีเรียต้านมาลาเรีย ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อไว้ส รบกวนการกินอาหารของแมลง ยับยั้งการวางไข่ของแมลง เหนี่ยวนำให้แมลงเป็นหมัน ฆ่าตัวอ่อนแมลง ลดการสร้างอะสุจิ ยับยั้งระดับน้ำตาลในเลือด ยับยั้งภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูง ขับพยาธิ รักษามะเร็งเม็ดเลือดขาว แก้เบาหวาน ลดความดัน เมื่อทดลองเอาสารสกัดใบแพงพวยฝรั่งด้วยเอทานอลให้หนูขาวกิน 75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นาน 24 วัน ไม่พบพิษ (นันทวัน บุญยประภัศร และอรนุชโชคชัยเจริญ. 2542) สาร vinblastine ใช้เป็นยาบำบัดโรคมะเร็งในต่อมน้ำเหลือง vincristine ใช้รักษามะเร็งเม็ดเลือดในเด็ก (วันดี กฤษณพันธ์. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-15** มะเขือเทศ

ที่มา : นันทวัน บุญยประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2542

**มะเขือเทศ**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Lycopersicon esculentum* Mill.

**ชื่อวงศ์** Solanaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Tomato

**ชื่ออื่น** มะเขือส้ม น้ำเนอ ตรอม ตีรอบ

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพรรณไม้ล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 1 - 2 เมตร ลำต้นล้มง่าย แต่ส่วนที่แตะลงดินจะแตกรากได้ ลำต้นมีขนอ่อนนุ่มปกคลุมอยู่ทั่ว ใบออกเป็นใบรวม มีใบย่อยเรียงสลับกันเป็นรูปคล้ายขนนก ดอกออกเป็นช่อ ช่อหนึ่งประมาณ 3 - 7 ดอก ออกตามง่ามใบ ผลมีลักษณะต่างกันแต่ละพันธุ์ บางพันธุ์เป็นรูปกลมรี กลมแบน หรือกลมใหญ่ (นันทวัน บุญยประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2542)

**สารสำคัญ** ผลประกอบด้วยกรดอินทรีย์ น้ำตาล สารสีส้ม-แดงมีชื่อว่า ไลโคปีน (lycopene) ซึ่งเป็นสารกลุ่มคาโรทีนอยด์ วิตามินซี เอ บี และสารอินทรีย์

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** สารสกัดจากน้ำมะเขือเทศ ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์อย่างอ่อน สารสกัดจากน้ำและเอทานอลจากผลมะเขือเทศยับยั้งสารเร่งการเกิดมะเร็งได้เล็กน้อย น้ำคั้นจากผลยับยั้งการเกิดมะเร็งที่กระเพาะปัสสาวะในหนูขาวได้เล็กน้อย สารโอเรซีนจากผลลดการเกิดมะเร็งเต้านมในหนูและทำให้ขนาดของมะเร็งลดลง สารสกัดจากเอทานอลยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ทั้งแบคทีเรีย ไวรัส ที่ก่อโรคพืชรวมทั้งเชื้อราด้วย (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-16** มะระขี้นก
ที่มา: ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**มะระขี้นก**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Momomdica charantia* Linn.

**ชื่อวงศ์** Cucurbitaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Bitter Cucumber

**ชื่ออื่น** ผักเหย ผักไห มะร้อยรู มะห่อย มะไห่

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้เลื้อย ลำต้นมีสีเขียวขนาดเล็ก พันต้นไม้อื่น มีมือเกาะ ลำต้นเป็นเหลี่ยม มีขนปกคลุม ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกัน ลักษณะคล้ายใบแตงโม สีเขียวทั้งใบ ขอบใบหยัก เว้าลึกมี 5-7 หยัก ปลายใบแหลม ดอกเป็นดอกเดี่ยวสีเหลืองอ่อน ออกบริเวณง่ามใบ ดอกแยกเพศกันแต่อยู่บนต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ปลายกลีบดอกอาจจะเว้าเล็กน้อยหรือมน ดอกตัวเมียจะมีกลีบเลี้ยงห่อหุ้มเอาไว้ กลีบดอกรูปขอบขนานหรือรูปไข่ ผลมะระมีรูปคล้ายกระสวย ผิวขรุขระ มีปุ่มยื่นออกมาทั้งผล ผลอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อสุกสีเหลือง-ส้ม เมล็ดสุกมีเมือกสีแดงสด เมล็ดรูปร่างกลมรี ปลายแหลม สีฟางข้าว (สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร. 2541)

**สาระสำคัญ** ผลมะระดิบมีสารสำคัญคือชาแรนติน (charantin) เป็นสารผสมประกอบด้วยไฟโตสเตียรอลกลูโคไซด์ 2 ชนิด ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 เมล็ดมะระมีโปรตีนหลายชนิด น้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 11 ถึงมากกว่า 100 กิโลดาลตัน ที่สำคัญ คือ MRK29

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** ผลมะระลดน้ำตาลในเลือด ทั้งในคนและในสัตว์ทดลอง สารที่ออกฤทธิ์ คือ polypeptide-p โดยใช้สารสกัดรูปแบบต่างๆ เช่น สารสกัดเอทานอล สารสกัดน้ำ น้ำคั้น และยาชง นอกจากนี้ยังพบว่าโปรตีน MRK29 ในเมล็ดแก่ของมะระขี้นก แสดงคุณสมบัติยับยั้งเชื้อเอชไอวีในหลอดทดลอง (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-17** มังคุด
ที่มา : เอกสารทางวิชาการฉบับที่ 3. 2531

**มังคุด**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Garcinia mangostana* Linn.

**ชื่อวงศ์** Guttiferae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Mangosteen

**ชื่ออื่น** แมงคุด

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** มังคุดได้ชื่อว่าเป็นราชินีแห่งผลไม้ เพราะมังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติดีเยี่ยมหอมหวานเป็นที่นิยมของชาวไทยและต่างชาติ ทรงต้นเป็นพุ่มทึบ กิ่งแตกออกเป็นคู่แบบสลับ ใบมีขนาดใหญ่ ใบหนาคล้ายชมพู่มะเหมี่ยว ไม่ผลัดใบ ดอกเป็นดอกเดี่ยวๆ หรือคู่ ลักษณะของดอกเป็นดอกกระเทยแต่เกสรตัวผู้เป็นหมัน ไม่สามารถผสมเกสรได้ มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 4 กลีบ ดอกมีสีชมพูเรื่อๆ ผลมีลักษณะกลม ผิวเปลือกเรียบ ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเริ่มมีลายสีแดงๆ หรือม่วงแดง เปลือกมังคุดจะหนาและค่อนข้างแข็ง มีสีม่วง เมล็ดเจริญมาจากก้านชูไข่ ( สุรชัย มัจฉาชีพ. 2535)

**สาระสำคัญ** เปลือกผลมังคุดประกอบด้วยสารรสฝาด คือ แทนนิน 7-14 เปอร์เซ็นต์ สาร xanthone ที่มีชื่อว่า mangostin และยังมีสารพวก resin ด้วย

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เปลือกผลใช้แก้ท้องเสีย รักษาบาดแผล รักษาน้ำกัดเท้า และพบว่าสาร xanthone ในเปลือกผลมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนองได้ ทั้งสายพันธุ์ปกติและสายพันธุ์ดื้อยาเพนนิซิลิน (สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535) สาร xanthone หลายชนิดในเปลือกมังคุด เช่น mangostin isomangostin และ xanthione มีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่ก่อโรคผิวหนังและกลากได้ (วันดี กฤษณพันธ์. 2541) สารสกัดจากเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 25-100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถต้านการเจริญของ Harpes simplex virus type 2 ได้ (ไพลิน เพียรพิจิตร. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-18** ยอ
ที่มา: ภูมิพิชญ์ สุขาวรรณ และปรีชา กาบแก้ว. มปป

**ยอ**

**ชื่อวิทยาสาสตร์** *Morinda citrifolia* Linn.

**ชื่อวงศ์** Rubiaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Indian Mulberry

**ชื่ออื่น** มะตาเสือ ยอบ้าน แยใหญ่

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นพืชเขตร้อน พบได้ทุกภาคของประเทศ เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 2-6 เมตร ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม สีเขียวเข้ม กว้าง 8-15 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร มีหูใบอยู่ระหว่างโคนใบกับก้านใบ ดอกเป็นดอกช่อออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาว ออกรวมกันเป็นกระจุก ผลเป็นผลสด ลักษณะกลมรี ยาวประมาณ 3-10 เซนติเมตร ผิวเป็นตุ่มมีตารอบตัว ผลอ่อนสีเขียวสด เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีขาว มีกลิ่นฉุ่น ภายในมีเมล็ดสีน้ำตาลจำนวนมาก (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543)

**สาระสำคัญ** มีสารกลุ่มต่างๆ ได้แก่ ควินอยด์ ฟลาโวนอยด์ โมโนเทอร์ปีน คาราทีนอยด์ คาร์โบไฮเดรต และสเตียรอยด์

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เป็นยาระบาย แก้อาเจียน ขับลมในกระเพาะอาหารและลำไส้ บำรุงธาตุช่วยเจริญอาหาร ขับเลือดสตรี แก้ร้อนในอก แก้เหงือกบวม แก้ท้องร่วง แก้จุกเสียด ลดความดันโลหิต ต้านมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย ยับยั้งเชื้อรา (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543) สารสกัดน้ำฉีดเข้าช่องหนูทดลองขนาด 800 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว มีฤทธิ์ลดความเจ็บปวด สารสกัดเอทานอล-น้ำจากส่วนเหนือดิน เมื่อฉีดเข้าช่องท้องหนูถีบจักร มีค่า $LD_{50}$ เท่ากับ 750 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว สารสกัดเอทานอล-น้ำจากดอกหรือใบ มีค่า $LD_{50}$ เท่ากับ 1 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ส่วนสารสกัดจากผลไม่พบความเป็นพิษ และยังไม่พบรายงานผลข้างเคียงหรือข้อห้ามใช้ต่างๆ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2543)

เอกสารนี้มีไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-19** ยูคาลิปตัส

ที่มา : What tree is that. 1991

**ยูคาลิปตัส**

**ชื่อวิทยาสาสตร์** *Eucalyptus globulus* Labill.

**ชื่อวงศ์** Myrtaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Blue gum, Eucalyptus

**ชื่ออื่น** น้ำมันเขียว มันเขียว

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เปลือกเรียบร่อนง่าย คล้ายต้นฝรั่ง สูงประมาณ 10-20 เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปใบหอกโค้ง กว้าง 2-4 เซนติเมตร ยาว 15-20 เซนติเมตร เนื้อใบหนาและเหนียว ผิวใบมีนวลแป้งสีขาว ดอกช่อออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาวนาล ร่วงง่าย ผลแห้งมีลิ้นเปิดได้ (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543)

**สาระสำคัญ** ส่วนใหญ่เป็นน้ำมันหอมระเหย cineol, citral, citronellal, borneo, daucosterol, eudesmol, euglobal, fixed oil, geraniol, isoamyl alcohol, phenol

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เป็นยาธาตุ ขับเสมหะ ขับปัสสาวะ แก้ติดเชื้อ แก้ฟกช้ำ ฆ่าพยาธิ ฆ่าแมลง ต้านการอักเสบ ยับยั้ง prostaglandin ไล่แมลง ฆ่าหอย ต้าน bacteriophage ยับยั้งฤทธิ์อะฟลาทอก-ซิน ใช้ในเครื่องสำอาง น้ำยาล้างปาก มีสารทำให้พืชทนต่อแมลง การทดสอบพิษเมื่อฉีดสารสกัดด้วยน้ำและเอทานอล อัตราส่วน 1 ต่อ 1 เข้าช่องท้องหนูถีบจักร พบว่าขนาดที่ทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง คือ 562 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำมันยูคาลิปตัส 4-480 ซีซี เป็นพิษ ทำให้ปวดท้อง อาเจียน ท้องเสีย กดประสาทส่วนกลาง โคม่า แต่การสูดดมไม่เป็นพิษ (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543) น้ำมันยูคาลิปตัสที่ระดับความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มิลลิลิตรต่ออาหาร SMKY 50 มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินได้ตามลำดับหลังจากบ่มเชื้อเป็นเวลา 6 วัน (Ansari and Shrivastava. 1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-20** รางจืด

ที่มา : สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535

**รางจืด**

**ชื่อวิทยาศษสตร์** *Thunbergia laurifolia* Linn.

**ชื่อวงศ์** Acanthaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** -

**ชื่ออื่น** กำลังช้างเผือก ขอบชะนาง เครือเขาเขียว ยาเขียว รางเย็น ดุเหว่า น้ำนอง ย่ำแย้ แอดแอ

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้เถาเนื้อแข็ง ใบเดี่ยว รูปขอบขานหรือรูปไข่ กว้าง 4-7 เซนติเมตร ยาว 8-14 เซนติเมตร ขอบใบเว้าเล็กน้อย ดอกช่อออกที่ปลายกิ่ง กลีบดอกสีม่วงแกมน้ำเงิน ใบประดับสีเขียวประสีน้ำตาลแดง ผลแห้ง แตกได้ (สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540)

**สาระสำคัญ** apigenin,cosmosiin,delphinidin-3-5-di-O-β-D-glucoside

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** แก้ร้อนในกระหายน้ำ ถอนพิษเบื่อเมา แก้ไข้ตัวร้อน ช่วยให้เจริญอาหาร แก้ผิดสำแดง รักษามะเร็งเพลิง รักษามะเร็ง แก้น้ำร้อนลวก แก้โรคลมพิษ โรคผื่นแพ้ต่างๆ ขับพยาธิ แก้ซางขโมย ขับระดูขาว ขับโลหิตประจำเดือน แก้หนองใน แก้ริดสีดวงทวาร ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านไวรัสเฮอร์ปีส์ ซิมเพลกซ์ ยับยั้ง neuromuscular ฆ่าแมลง (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543) การใช้รางจืด เพื่อแก้พิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงโพลิดอล ในสัตว์ได้ผลดีพอสมควร จึงกล่าวได้ว่าอาจใช้น้ำคั้นสดให้ผู้ป่วยที่กินยาฆ่าแมลงดื่ม เป็นการปฐมพยาบาลก่อนนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลแต่จะไม่ให้ผลในการกินเพื่อป้องกันก่อนสัมผัสยาฆ่าแมลง(สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี. 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-21** ส้มเขียวหวาน
ที่มา : นันทวัน บุณยประภัศรและอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543

**ส้มเขียวหวาน**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Citrus reticulata* Blanco

**ชื่อวงศ์** Rutaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** King Orange, Mandarin, Tangerine Orange

**ชื่ออื่น** มะเขียว มะแง มะจุก ลีมาจีนา ส้มแก้วโบราณ ส้มขี้ม้า ส้มจันทบูร ส้มจุก ส้มเป้นเกลี้ยง

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง แตกกิ่งก้านสาขามาก ใบมีสีเขียวเป็นมัน มีต่อมน้ำมันอยู่ตามแผ่นใบ ใบมีรูปร่างรูปไข่ปลายแหลม ขนาดของใบจะใหญ่กว่ามะนาว ดอกเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม ออกตามง่ามใบหรือบริเวณปลายยอดที่แตกใหม่ มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ ผลเป็นชนิดเบอร์รี่ ทรงกลมแป้นเล็กน้อย ด้านปลายผลราบเป็นแอ่งตื้น ฐานผลส่วนใหญ่มน บางสายพันธุ์อาจมีจุกขนาดเล็ก ผิวผลเรียบ มีต่อมน้ำมันเป็นตุ่มตามผิวผลทั่วไป ผิวผลเมื่อแก่จัดมีสีเขียวอมเหลือง แต่ส้มที่ปลูกในเขตหนาวเย็นผิวจะมีสีเหลือง เปลือกบาง ล่อน กลีบแยกจากกันได้ง่ายมีประมาณ 11 กลีบ ผนังกลีบบาง ฉ่ำน้ำ เนื้อมีสีส้ม (สุรชัย มัจฉาชีพ. 2535 ; สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2540)

**สาระสำคัญ** เปลือกผลและใบจะมีน้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนมาก เช่น geraniol, citral, linalool

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** กัดฟอกเสมหะ แก้ไอน้ำลายเหนียว บำรุงโลหิต แก้ฟันผุ เป็นยาระบายอ่อนๆ แก้ลม วิงเวียน หน้ามืด ตาลาย ใจสั่น แก้ลม ท้องขึ้น อืดเฟ้อ รักษาโรคผมร่วง ต้านมะเร็ง เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง ต้านพยาธิ ต้านการก่อกลายพันธุ์ ต้านอนุมูลอิสระ ไล่แมลง รักษาโรคนิ่วในถุงน้ำดี ผสมในยารักษาโรคตับ ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนของเชื้อไวรัส ต้านอะมีบา ต้านยีสต์ รา และแบคทีเรีย เมื่อนำมาทดสอบพิษโดยป้อนน้ำมันหอมระเหยให้หนูหรือกระต่ายปริมาณมากกว่า 5 กรัมต่อกิโลกรัม จึงจะสามารถทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่ง (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-22** สาบเสือ
ที่มา : สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542

**สาบเสือ**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Chromolaena odorata* Linn. King et Robins

**ชื่อวงศ์** Asteraceae (Compositae)

**ชื่อภาษาอังกฤษ** -

**ชื่ออื่น** หญ้าเสือหมอบ ผักคราด บ้านร้าง หญ้าดอกขาว

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้พุ่ม ลำต้นตั้งตรง สูง 1-2.5 เมตร มีขน ใบเดี่ยว เรียงสลับรูปไข่แกมสามเหลี่ยม กว้าง 3-6 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลมหรือสอบ โคนใบรูปลิ่ม ขอบใบหยักซี่ฟัน ดอกช่อกระจุกแน่นออกรวมเป็นช่อเชิงหลั่นที่ปลายกิ่ง เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ใบประดับชั้นนอกรูปไข่ ชั้นในรูปแถบปลายแหลม สีขาวมีเส้นสีเขียว 3 เส้น ดอกย่อยช่อละ 20-35 ดอก สีม่วงแกมน้ำเงิน พบน้อยที่เป็นสีขาว มีกลิ่นหอม ผลแห้งเมล็ดล่อน รูปเรียวยาว สีดำ มีเหลี่ยม ยาว 4 มิลลิเมตร (สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542)

**สาระสำคัญ** ใบและต้นมีน้ำมันหอมระเหย เช่น eupatol, coumarin นอกจากนี้ในใบยังพบ anisic acid และ flavoniod

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** สารสกัดจากใบมีผลต้านเชื้อรา (วันดี กฤษณพันธ์. 2541) ต้านเชื้อแบคทีเรีย ไมโคแบคทีเรีย ไล่แมลง การทดสอบพิษโดยฉีดสารสกัดพืชที่สกัดด้วยเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ เข้าช่องท้องหนูถีบจักรขนาดที่ทำให้สัตว์ทดลองตายเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งมีค่าเท่ากับ 1 กรัมต่อกิโลกรัม (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2543) สารสกัดจากใบสาบเสือที่สกัดด้วยวิธีการหมักและใช้น้ำเป็นตัวทำละลายและวิธีกลั่นด้วยไอน้ำมีผลต่อการตายของหนอนใยผักน้อยมาก แต่สาบเสือที่สกัดโดยวิธีซอกเลตท์ซึ่งมีเอทานอลและเฮกเซนเป็นตัวทำละลายมีผลต่อการตายของหนอนใยผัก 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์(มนัญญา เพียรเจริญ. 2539)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-23** หนอนตายหยาก
ที่มา : สมุนไพรสวนสิริรุกขชาติ. 2535

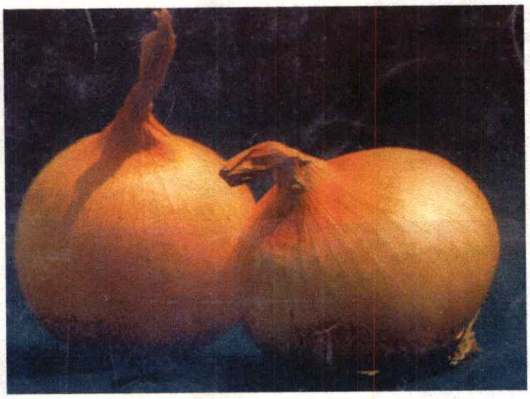
**หนอนตายหยาก**
**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Stemona tuberosa* Lour.
**ชื่อวงศ์** Stemonaceae
**ชื่อภาษาอังกฤษ** Stemona
**ชื่ออื่น** กะเพียด โป่งมดง่าม ปงช้าง
**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้เถา มีหัวใต้ดิน เถากลมเรียวเล็กมีสีเขียว พาดพันไปตามต้นไม้อื่น หัวเป็นแง่ง กลมยาว เป็นกระจุก ใบเดี่ยวออกสลับกันรูปหัวใจ ปลายแหลม เส้นใบจะเห็นชัดมาก วิ่งตามยาวราว 10 เส้น ผิวและขอบใบเรียบมีสีเขียวเข้ม ลำต้นบนดินหน้าแล้งจะดูโทรม พอเริ่มฤดูฝนลำต้นบนดินจะงอกออกมาพร้อมทั้งออกดอก ลำต้นใต้ดินจะมีรากออกเป็นพวงสีขาวรูปกระสวย จำนวน 50-80 ราก แต่ละรากยาวประมาณ 10-20 เซนติเมตร ดอกตูมเป็นรูปเหมือนเงินราง มีสีเขียวอมเหลือง ผลเป็นฝักเล็กปลายแหลม ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1 เซนติเมตร (สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542 ; พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537)
**สาระสำคัญ** มีสารอัลคาลอยด์หลายชนิด ได้แก่ stemonine ($C_{12}H_{23}NO_4$), tuberostemonine, stemonidine, isostemonidine นอกจากนี้ยังพบสาร stemonacetal, stemonal, stemonone
**อุทธิ์ทางเภสัชวิทยา** แก้โรคผิวหนัง น้ำเหลืองเสีย ผื่นคันตามร่างกาย ฆ่าพยาธิในมะเร็งตับ ฆ่าพยาธิตัวกลม ตำผสมน้ำเอาน้ำทาฆ่าหิด เหา แมลง หนอน ศัตรูพืช (สถาบันการแพทย์แผนไทย. 2542) ใช้รากตำแล้วยัดเข้าไปในรูแผลเน่าเปื่อยที่มีหนอนในวัวควายจะทำให้หนอนตายและแผลหาย (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2537) ยับยั้งฟันผุ ต้านเชื้อแบคทีเรีย รา และยีสต์ (นันทวัน บุณยะ-ประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ข-24** หมาก
ที่มา : ภูมิพิชญ์ สุชาวรรณ และ ปรีชา กาบแก้ว. มปป

**หมาก**
**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Areca catechu* Linn.
**ชื่อวงศ์** Palmae
**ชื่อภาษาอังกฤษ** Betel nut palm, Areca palm, Betel nut
**ชื่ออื่น** หมากเมีย หมากมู้ เซียดแซ
**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ยืนต้นประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นสูงชะลูดไม่แตกกอ เนื้อไม้ไม่มีแก่น เจริญเติบโตทางเรือนยอดเท่านั้น ลำต้นมีปล้อง ใบเป็นใบประเภท Pinnately compound leaves ใบมีขนาดเล็กกว่าใบมะพร้าวและสั้นกว่า ดอกหมากบางครั้งเรียกว่าจั่นหมาก เกิดบริเวณซอกโคนก้านใบที่ติดกับลำต้น ดอกเป็นก้านยาวประมาณ 5 นิ้ว ดอกเพศผู้และเพศเมียแยกกัน ผลเป็นผลเดี่ยวมีลักษณะกลมรี เมื่ออ่อนจะมีสีเขียว เมื่อแก่จัดจะมีสีเหลืองหรือส้มเหลือง มีเมล็ดซึ่งมีลักษณะค่อนข้างกลม เมื่อเป็นเมล็ดหมากแก่หรือหมากสงจะมีรูปร่างแบบกรวยกลมสั้น ผิวสีน้ำตาลแก่ และเมื่อผ่าออกจะเห็นลวดลายภายใน (รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540)
**สาระสำคัญ** พบสารอัลคาลอยด์ ชื่อ arecolinc ซึ่งเป็นสารที่มีแทนนินสูง นอกจากนี้ยังมีสารพวก arecaidine และ guvacine
**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** แก้ไข้รากสาด อมแก้ปากเปื่อย แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ฟันผุ แก้ท้องเสีย แก้บิด ขับลม ขับปัสสาวะ แก้พิษบาดแผล แก้ฝีแดง ขับพิษภายใน แก้คัน ขับเสมหะ แก้ไอ แก้เมาเหล้า แก้-ท้องอืด ฆ่าแมลง สมานแผล ลดความดันโลหิต ต้านความเป็นพิษต่อตับ ยับยั้งสารพรอสตาแกลนดิน ยับยั้ง protease (HIV) ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา จากการทดสอบพิษโดยฉีดสารสกัดผลด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เข้าไปในหนูถีบจักร พบว่าปริมาณที่ทำให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่ง คือ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ยังไม่พบความเป็นพิษในหนูขาว (นันทวัน บุณยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญ. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ ข-25** หอมหัวใหญ่
ที่มา : อุดม โกสัยสุก และปรีชา กาบแก้ว. 2529

**หอมหัวใหญ่**

**ชื่อวิทยาศาสตร์** *Allium cepa* Linn. Cv. Group Common

**ชื่อวงศ์** Alliaceae

**ชื่อภาษาอังกฤษ** Onion

**ชื่ออื่น** หอมฝรั่ง หอมใหญ่

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** ลักษณะคล้ายหัวหอมต่างกันที่มีหัวขนาดใหญ่กว่ามาก รูปกลมแป้นถึงรูปไข่หรือไข่กลับ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2-10 เซนติเมตร ยาว 3-5.5 เซนติเมตร เปลือกหุ้มสีเหลืองอ่อนถึงสีน้ำตาลอ่อนหรือสีน้ำตาลแกมม่วง ใบกว้าง 10-20 มิลลิเมตร ยาว 35-50 เซนติเมตร (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2543)

**สาระสำคัญ** acetic acid, abscisic acid, calcium oxalate, xylose, xylitol, ethanol, methanol, propanol, oxalic acid, palmitic acid, rhamnose, ribose, succinic acid, methyl disulfide, methyl propyl disulfide, methyl propyl trisulfide, propyl disulfide, popyl allyl disulfide, propanethiol

**ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา** เป็นยาบำรุงธาตุ ขับพยาธิตัวกลม ฆ่าพยาธิไส้เดือน ลดคอเลสเตอรอลในตับ ต้านความดันโลหิตสูง ยับยั้งการอุดตันของหลอดเลือด ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกร็ดเลือด ลดการอักเสบ ขับกรดยูริค ต้านเชื้อแบคทีเรีย รา ไวรัส และยีสต์ ยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซิน

การทดสอบพิษเมื่อให้สารสกัดหอมหัวใหญ่ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในช่องท้องหนูขาวไม่พบความเป็นพิษ แต่สารสกัดหอมหัวใหญ่ด้วย buthanol เป็นพิษต่อสุนัข (นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ. 2543 ; บัญญัติ สุขศรีงาม. 2527) น้ำมันหอมหัวใหญ่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบ ลดการเจริญและการสร้างอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* var. *globosus* ยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา *A. versicolor* และ *P. rubrum* ได้อย่างสมบูรณ์ ที่ความเข้มข้น 200 พีพีเอ็ม ( Zohri *et al.* 1995)

เอกสารนี้มีไว้เพื่อใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นางสาวปนัดดา ปรักเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จากคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2540

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้