สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 โดยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

T062173

นางสาวประภาภรณ์ ศรีโลหะสิน
นางสาวเสาวลักษณ์ ศรีภักดี
นางสาวอรพรรณ พัฒนาณิชชัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62173
วัน,เดือน,ปี 31 ก.ค. 2549

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

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 โดยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

นางสาวประภาภรณ์ ศรีโลหะสิน
นางสาวเสาวลักษณ์ ศรีภักดี
นางสาวอรพรรณ พัฒนวาณิชชัย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inhibition of growth of *Aspergillus flavus* IMI 242684 by essential oils from aromatic plants

Miss Prapaporn Srilohasin

Miss Saowalak Sripakdee

Miss Oraphan Patthanawanitchai

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of

Bachelor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง	การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 โดยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร
นักศึกษา	นางสาว ประภาภรณ์ ศรีโลหะสิน
	นางสาว เสาวลักษณ์ ศรีภักดี
	นางสาว อรพรรณ พัฒนวาณิชชัย
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. คุษณี ธนะบริพัฒน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร. เยาวพา สุวัตถิ

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ รศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง	
กรรมการ รศ.ดร. คุษณี ธนะบริพัฒน์	
กรรมการ ดร. เยาวพา สุวัตถิ	

.....

(รศ. ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษเรื่อง การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 โดยน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

นักศึกษา นางสาว ประภาภรณ์ ศรีโลหะสิน
นางสาว เสาวลักษณ์ ศรีภักดี
นางสาว อรพรรณ พัฒนวาณิชชัย

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2547

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ดุษณี ธนะบริพัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. เยาวพา สุวัตถิ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร 16 ชนิด ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว (Cajeput) มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือ อบเชย และลาเวนเดอร์ ตามลำดับ และเมื่อทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อรา พบว่าเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5625 เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด อบเชยและลาเวนเดอร์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 50 เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA และเมื่อศึกษาเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยบ่มเชื้อเป็นระยะเวลา 28 วัน พบว่าเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา คือ ร้อยละ 25 เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA ได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Inhibition of growth of *Aspergillus flavus* IMI 242684 by essential oils from aromatic plants
Name	Miss Prapaporn Srilohasin Miss Saowalak Sripakdee Miss Oraphan Patthanawanitchai
Department	Applied Biology
Program	Industrial Microbiology
Academic Year	2004
Special Project Advisor	Assoc. Prof. Dr. Dusanee Thanaboripat
Special Project co – advisor	Dr. Yaowapha Suvathi

ABSTRACT

The inhibitory effect of 16 essential oils from aromatic plants was tested for their ability on *Aspergillus flavus* IMI 242684 on PDA. The result showed that essential oil of *Melaleuca cajeputi* gave the highest inhibition followed by essential oils of *Cinnamomum cassia* and *Lavandula officinalis*, respectively. Furthermore, the inhibitory effect of these 3 essential oils at different concentrations was examined. It was found that the essential oils from *Melaleuca cajeputi* at 1.5625 % and *Cinnamomum cassia* and *Lavandula officinalis* at 50% were the optimum concentrations for inhibiting fungal growth on PDA and the essential oil of *Melaleuca cajeputi* at 25 % completely inhibited the growth *Aspergillus flavus* IMI 242684 on PDA for 28 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และสามารถทำสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. ดุษณี ธนะบริพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. เยาวพา สุวัตถิ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชูใจ คูหารัตนชัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไข ตรวจสอบ ติดตามผลการดำเนินการทดลอง และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอด คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเบิก – คืน อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงการสั่งซื้อสิ่งของต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณบิดา – มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนในด้านการเงินและเป็นกำลังใจในการทำโครงงานพิเศษ

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง ทุกคนที่มีส่วนช่วยให้การทำโครงงานพิเศษนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบความดีแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ประภาภรณ์ ศรีโลหะสิน
เสาวลักษณ์ ศรีภักดี
อรพรรณ พัฒนวาณิชชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน	4
2.2 ชนิดของอะฟลาทอกซิน	4
2.3 คุณลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ	7
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซิน	8
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างอะฟลาทอกซิน	8
2.6 การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน	10
2.7 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน	13
2.8 การออกฤทธิ์ของสารพิษอะฟลาทอกซิน	14
2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพิษของอะฟลาทอกซิน	14
2.10 บริเวณที่มีการสะสมของสารพิษในร่างกาย	15
2.11 การออกฤทธิ์ของอะฟลาทอกซินต่อตับเซลล์ตับ	16
2.12 การกำหนดปริมาณอะฟอกซินภายในประเทศ	17
2.13 การกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินระหว่างประเทศ	19
2.14 สมุนไพร	22
2.15 น้ำมันหอมระเหย	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ	30
3.1 จุลินทรีย์	30
3.2 อุปกรณ์และสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	30
3.3 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง	31
3.4 วิธีการทดลอง	32
3.4.1 การเตรียมสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684	32
3.4.2 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร	32
3.4.3 การทดสอบอิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684	32
3.4.4 การทดสอบอิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และวิเคราะห์ผลทางสถิติ	33
3.4.5 การทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่ระยะเวลาต่าง ๆ และวิเคราะห์ผลทางสถิติ	34
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	35
4.1 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหย 16 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA	35
4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ที่ให้ผลต่อการยับยั้งบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA 38

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมรเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA 38

4.5 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน 42

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21, และ 28 วัน 43

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 46

บรรณานุกรม 49

ภาคผนวก ก 53

ภาคผนวก ข 56

ภาคผนวก ค 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ	7
2. ปริมาณอะฟลาทอกซินที่พบในอาหารชนิดต่าง ๆ จากตลาดในประเทศไทย	19
3. การกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินในกลุ่มประเทศประชาคมยุโรป และประเทศสหรัฐอเมริกา	21
4. ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 16 ชนิด	35
5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ รา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด	36
6. ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด	37
7. ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	38
8. การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	39
9. ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	40
10. ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน	42
11.การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

12. ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน 44

13. ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ 54

14. ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. โครงสร้างโมเลกุลของอะฟลาทอกซิน	6
2. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Ketonic volatile oil	23
3. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Aldehyde volatile oil	24
4. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Alcoholic volatile oil	24
5. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Ester volatile oil	25
6. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Terpene oxide	25
7. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Phenolic volatile oil	26
8. ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Monoterpene	26
9.กราฟเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด	37
10 กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจาก เสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	41
11 กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจาก เสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นระยะเวลา7, 14, 21 และ28 วัน	45
ข – 1 กระชายดำ	57
ข– 2 ขิง	58
ข– 3 คำฝอย	59
ข – 4 ดาวเรือง	60
ข – 5 ไทม์	61
ข – 6 บอระเพ็ด	62
ข – 7 ผักชี	63
ข – 8 พริกไทย	64
ข – 9 มังคุด	65
ข– 10 ยูคาลิปตัส	66
ข – 11 โรสแมรี่	67
ข – 12 ลาเวนเดอร์	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข – 13 ว่านหางจระเข้	69
ข – 14 ส้มโอ	70
ข – 15 เสม็ดขาว	71
ข – 16 อบเชย	72
ค – 1 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีสภาวะอากาศและสิ่งแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราในผลิตผลทางการเกษตร เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปลายข้าว ถั่วลิสง กากถั่วเหลือง ปลาป่น กระดูกป่น เป็นต้น โดยเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ในผลผลิตทางการเกษตรนี้สามารถผลิตสารพิษชนิดหนึ่งเรียกว่า "อะฟลาทอกซิน" ซึ่งเป็นตัวการทำให้วัตถุดิบเสื่อมคุณภาพทางโภชนาการและก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้ ปัจจุบันปัญหาการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในประเทศไทยนับว่าเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกผลิตผลทางการเกษตร สำหรับในคนนั้น อะฟลาทอกซินสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ร่างกายทั้งทางตรงโดยการบริโภคผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน เช่น ถั่วลิสง และทางอ้อมโดยการบริโภคผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน โดยสัตว์เหล่านี้ก็ได้รับสารอะฟลาทอกซินจากอาหารสัตว์ที่มีส่วนผสมของผลผลิตทางการเกษตรที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน ซึ่งสารพิษจากเชื้อราสามารถผ่านไปตามกระแสโลหิต เกิดการสะสมหรือตกค้างในเนื้อเยื่ออวัยวะต่าง ๆ และผ่านสู่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ เช่น ไข่ น้ำนม เป็นต้น โรคที่ตรวจพบในคนอันเนื่องมาจากสารอะฟลาทอกซิน ได้แก่ โรคมะเร็งตับ โรคตับอักเสบ โรคตับแข็ง โรคสมองอักเสบ นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติที่อวัยวะอื่นร่วมด้วย เช่น เซลล์หลอดลมผิดปกติ (อภิษฐา, 2548) สำหรับในสัตว์ เมื่อสัตว์ได้รับสารพิษจากเชื้อราผ่านมาทางอาหารเข้าสู่ร่างกาย สารพิษจะทำอันตรายโดยบั่นทอนสุขภาพและผลผลิต ทำลายระบบการทำงานของร่างกายให้เสื่อมโทรมลง เช่น เติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง ไข่ลด น้ำนมลด อัตราการผสมติดลดลง อัตราการเปลี่ยนเนื้อลดลง ทำให้มีอาการผิดปกติที่ตับ ไต ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ระบบย่อยอาหาร เป็นสาเหตุของมะเร็งในตับและถ้าได้รับสารพิษในปริมาณสูงมีอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 – 2543) ในประเทศไทยมีการกำหนดค่าของอะฟลาทอกซินตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ. ศ. 2529) เรื่องมาตรฐานที่มีสารปนเปื้อน ข้อ 4 กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนในอาหารไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (สุกัญญา, ม.ป.ป.)

อนงค์และดานิศ (2545) รายงานว่าตัวอย่างตับและเนื้อไก่จำนวน 900 ตัวอย่าง ที่สุ่มเก็บจาก 5 ภาค (10 จังหวัด) ของประเทศไทย พบว่าร้อยละ 55.11 ของตัวอย่างตับ (248 จาก 450 ตัวอย่างตับ) และร้อยละ 21.33 ของตัวอย่างกล้ามเนื้อ (96 จาก 450 ตัวอย่างกล้ามเนื้อ) ตรวจพบปริมาณอะฟลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทอกซินชนิดB_1, B_2, G_1, M_1 และR_0 โดยพบว่าตัวอย่างในฤดูหนาวพบสารพิษตกค้างมากที่สุดร้อยละ 51.67 รองลงมาคือฤดูฝนร้อยละ 48.67 และฤดูร้อนร้อยละ 14.33

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่เน้นการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรเป็นหลัก ดังนั้น หากปล่อยให้มีการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินในผลผลิตทางการเกษตรแล้ว จะส่งผลต่อเศรษฐกิจของประเทศทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้มีการคิดหาวิธีป้องการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
2. เพื่อศึกษาหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
3. เพื่อทดสอบอิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

1. ทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย
2. ศึกษาหาความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
3. เพื่อทดสอบอิทธิผลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDAที่ระยะเวลาต่าง ๆ

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. เปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
2. นำน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ มาศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกชนิดน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด มาศึกษาหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมและระยะเวลาในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
2. ทราบชนิดของน้ำมันหอมระเหยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา*A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA
3. ทราบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซิน คือ สารพิษที่สร้างจากเชื้อรา สายพันธุ์ *A. flavus, A. parasiticus, A.nomius, A. tamarii* และ*A. bombycis* ในปี ค.ศ. 1962 มีการประชุมกลุ่มทำงาน 5 แห่งในประเทศอังกฤษ เรียกว่า กลุ่มงานวิจัยการเกิดพิษในถั่วลิสง ร่วมกันพิจารณาตั้งชื่อสารพิษจากเชื้อราเหล่านี้ว่า "อะ – ฟลา – ทอกซิน (A – fla – toxin)" โดยพิจารณาคำว่า "อะ (A)" มาจาก "แอสเปอร์จิลลัส (*Aspergillus*)" และคำว่า "ฟลา (fla)" มาจาก "ฟลาวัส (flavus)" สารนี้จัดเป็น "สารพิษหรือทอกซิน (toxin)" จึงนำมาเรียกรวมกันว่า "อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)" (อภิษฐา, 2548) อะฟลาทอกซินจัดเป็นสารพิษ secondary metabolite เป็นสารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็ง เป็นพิษต่อตับ ทำให้เกิดตับอักเสบ ตับแข็ง เนื้องอกในตับ และมะเร็งที่ตับ มีพิษต่อคนและสัตว์โดยความเป็นพิษมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของสารพิษที่ได้รับ ความถี่ของการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย อายุ เพศ ชนิดพันธุ์สัตว์และสภาวะการทำงานของเอนไซม์ตับ (นฤมล, 2545) ผลความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินภายในร่างกายอวัยวะบางแห่งจะเป็นตำแหน่งที่จำเพาะต่อความเป็นพิษ โดยเฉพาะที่ตับ รองลงมาคือ ท่อน้ำดี และไต

การศึกษาในคนเริ่มเมื่อปี พ. ศ. 2506 โดยเรียกอาการป่วยของเด็กที่ไม่ทราบสาเหตุว่า "Reye's Symdrome" ซึ่งมีอาการคล้ายอาการที่เกิดจากพิษของอะฟลาทอกซิน คือ ผู้ป่วยมีอาการไข้ หมดสติ ชัก หายใจลำบากตรวจพบน้ำตาลในเลือดต่ำ น้ำไขสันหลังใสและปราศจากเชื้อ มีการเสื่อมสลายของไขมันที่ตับ หัวใจ และสมองบวมน้ำ ซึ่งต่อมาภายหลังพบว่ามีเหตุเนื่องจากได้รับอาหารที่มีอะฟลาทอกซินปนอยู่ (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 – 2543)

2.2 ชนิดของอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินเป็นกลุ่มของสารพิษพวก bisfuranocoumarin ที่พบมี 17 ชนิดด้วยกัน คือ B_1, B_2, G_1, G_2,B_{2a}, G_{2a}, M_1, M_2, M_4, GM_1, GM_2, M_{2a}, GM_{2a}, B_3, P_1, Q_1 และ R_0 (Eaton and Groopman, 1994 ; Bintvihok, 1995) อย่างไรก็ตามชนิดที่มีความสำคัญและพบมากที่สุดคือ อะฟลาทอกซิน B_1 มีคุณสมบัติละลายได้ในเมทานอลและคลอโรฟอร์ม ทนต่อความร้อนสูงมาก ไม่ถูกทำลายหรือเสื่อมสลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 260 องศาเซลเซียส สูตรโครงสร้างของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปอะฟลาทอกซินที่พบในอาหารมี 4 ชนิดได้แก่ B_1, B_2, G_1 และ G_2 นอกจากนี้ยังพบอะฟลาทอกซินอีกหลายชนิด เช่น M_1 (milk toxin), M_2 และ P เป็นต้น อะฟลาทอกซิน M_1 ที่พบในน้ำนมวัว เกิดจากวัวบริโภคอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน B_1 มีรายงานพบว่าวัวที่บริโภคอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน B_1 จะตรวจพบอะฟลาทอกซิน M_1 สูงกว่า 0.1 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร โดยที่อะฟลาทอกซิน 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 และไม่มีกลุ่ม lactone ในวงแหวนที่ 3 จะทำให้เกิดพิษอย่างเฉียบพลัน และเพิ่มโอกาสในการเกิดมะเร็งด้วย (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 – 2543)

เนื่องจากสารอะฟลาทอกซินที่เชื้อราสร้างขึ้นมีคุณสมบัติแตกต่างกัน จึงมีการแบ่งอะฟลาทอกซินออกตามคุณสมบัติการเรืองแสง คือ

1. อะฟลาทอกซิน B_1 (AFB_1) สามารถเรืองแสงสีน้ำเงิน (blue fluorescent) ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต

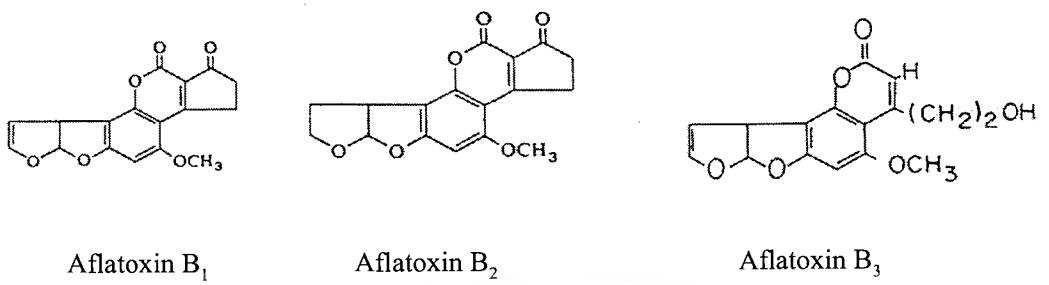
2. อะฟลาทอกซิน B_2 (AFB_2) เป็น derivative ของ AFB_1 ต่างกันตรงที่วงแหวนวงที่ 1 ของ AFB1 จะมีพันธะคู่

3. อะฟลาทอกซิน G_1 (AFG_1) สามารถเรืองแสงสีเขียวแกมเหลือง (Yellowish Green fluorescent) ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต

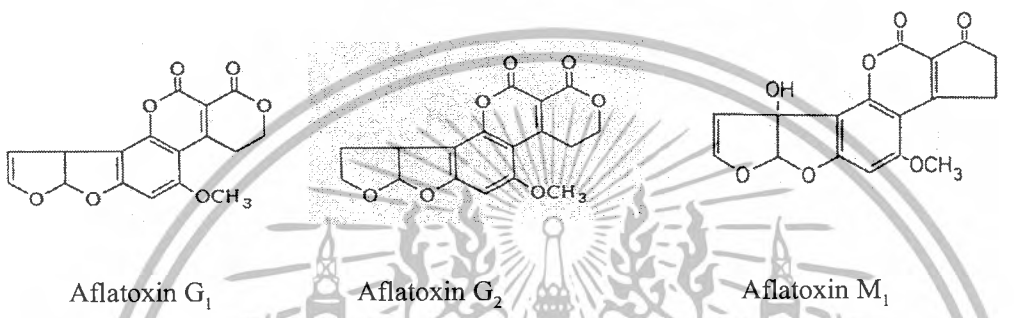
4. อะฟลาทอกซิน G_2 (AFG_2) ต่างกับ AFG_1 ตรงที่วงแหวนวงที่ 1 ของ AFG_1 มีพันธะคู่

ชื่อชนิดของอะฟลาทอกซินตั้งขึ้นตามคุณสมบัติการเรืองแสงบนแผ่นโครมาโตรกราฟีผิวบาง (Thin – layer chromatographic (TLC) plate) ภายใต้แสงอัตราไวโอเลตความยาวคลื่น 365- 366 นาโนเมตร โดยอะฟลาทอกซินB_1 และ B_2 เรืองแสงสีน้ำเงิน (Blue) และอะฟลาทอกซิน G_1 และ G_2 เรืองแสงสีเขียว

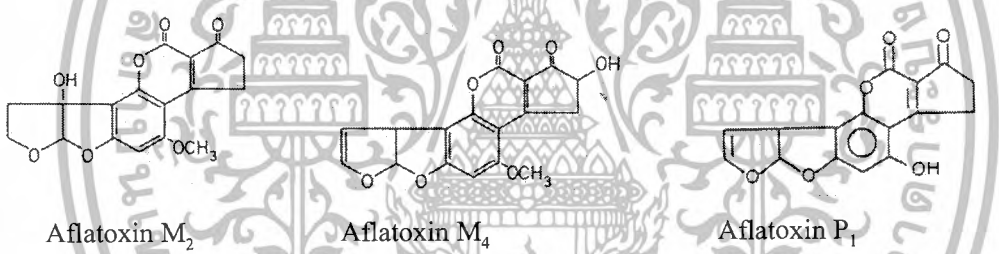
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



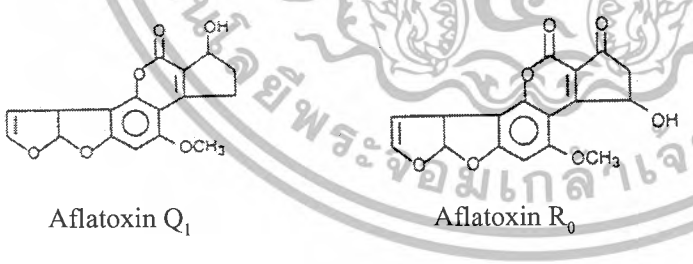
Aflatoxin B_1 Aflatoxin B_2 Aflatoxin B_3



Aflatoxin G_1 Aflatoxin G_2 Aflatoxin M_1



Aflatoxin M_2 Aflatoxin M_4 Aflatoxin P_1



Aflatoxin Q_1 Aflatoxin R_0

รูปที่ 1 โครงสร้างโมเลกุลของอะฟลาทอกซิน

ที่มา : รูป Aflatoxin B_1, B_2, B_3, G_1, G_2, M_1, M_2 และM_4 (Eaton and Groopman , 1994)

รูป Aflatoxin P_1, Q_1 และR_0 (Bintvihok, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คุณลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ

อะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ มีคุณลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่1 แสดงคุณลักษณะทางเคมีและฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซินชนิดต่าง ๆ

อะฟลาทอกซิน	น้ำหนักโมเลกุล	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°ซ)	เอทานอล (E) max	คุณสมบัติการเรืองแสง	
					ตัวทำละลาย	คลื่นที่ปล่อยออก
B_1	312	$C_{17}H_{12}0_6$	268-269	223 (25,600)	METHANOL	430
				265 (13,400)	ETHANOL	430
				362 (21,800)	CHLOROFORM	413
B_2	314	$C_{17}H_{14}0_6$	305-309	220 (20,500)	METHANOL	430
				265 (12,700)	ETHANOL	430
				363 (240,000)	CHLOROFORM	413
G1	328	C17H1207	244-246	243 (11,500)	METHANOL	450
				257 (9,900)	ETHANOL	450
				264 (10,000)	CHLOROFORM	430
				362 (16,100)	-	-
G2	330	C17H1407	237-240	217 (28,000)	METHANOL	450
				245 (12,900)	ETHANOL	450
				265 (11,200)	CHLOROFORM	430
				365 (19,300)		
M1	328	C17H1207	299	226 (23,100)	-	-
				265 (11,600)	-	-
				257 (19,000)	-	-
M2	330	C17H1407	293	221 (20,000)	-	-
				264 (10,900)	-	-
				357 (21,000)	-	-
G2				217 (28,000)		450
				245 (11,200)		450
				265 (11,200)		430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อะฟลาทอกซิน	น้ำหนักโมเลกุล	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (ซ°)	เอทนอล (E) max	คุณสมบัติการเรืองแสง	
					ตัวทำละลาย	คลื่นที่ปล่อยออก
				365 (19,300)		-
M1				226 (23,100)		-
				265 (11,600)		-
				357 (19,000)		-
M2				221 (20,000)		-
				264 (10,900)		-
				357 (21,000)		-

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซิน

2.8.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราอยู่ในช่วง 27 - 43 องศาเซลเซียส แต่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 30 องศาเซลเซียส (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, ม.ป.ป.) ที่แต่จะสร้างสารพิษได้ดีที่อุณหภูมิ 12 – 27 องศาเซลเซียส(กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 - 2543)

2.8.2 ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราอยู่ในช่วงร้อยละ 62 – 99 แต่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 85 และความชื้นในวัตถุดิบอยู่ในช่วงร้อยละ 13 – 20 แต่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 18 (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, ม.ป.ป.)

2.8.3 ออกซิเจน เชื้อราสามารถดึงเอาออกซิเจนไปใช้เพื่อการเจริญในเมล็ดพืชได้ในช่วงเวลาหนึ่ง การควบคุมปริมาณออกซิเจนและการทำให้อุณหภูมิขึ้นสูง เป็นผลให้เชื้อราเจริญไม่ได้ (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 - 2543)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างอะฟลาทอกซิน

การสร้างอะฟลาทอกซิน ต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 ชนิดของเชื้อรา เชื้อราหลายสายพันธุ์ของ *Aspergillus* สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้ตามธรรมชาติ เชื้อราที่สำคัญ ได้แก่ *A. flavus*, *A. parasiticus, A. nomius*, *A. tamarii* และ *A. bombycis* (Lui; Thanaboripat and Thansukon 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการรวบรวมรายงานจากหลายประเทศในส่วนต่างๆของโลกพบว่า *A. flavus* จากประเทศต่าง ๆ สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้แตกต่างกัน โดยประเทศอังกฤษสร้างได้ร้อยละ 75 ในถั่วลิสงและอาหารสังเคราะห์ ประเทศอัฟริกาใต้สร้างได้ร้อยละ 52 ในข้าวโพด ประเทศอินเดียสร้างได้ร้อยละ 6 ในถั่วลิสง ประเทศอิสราเอลสร้างได้ร้อยละ 71 ในถั่วลิสง ประเทศเนเธอร์แลนด์สร้างได้ร้อยละ 40 ในอาหารสังเคราะห์ และประเทศสหรัฐอเมริกาสร้างได้ร้อยละ 86 ในถั่วลิสง ข้าว และอาหารสังเคราะห์ สำหรับประเทศไทยสร้างได้ร้อยละ 80 ในถั่งลิสง ข้าวโพด และข้าวชนิดต่าง ๆ (อนงค์, 2546)

2.5.2 อาหารเลี้ยงเชื้อรา เชื้อราสามารถเจริญเติบโตบนอาหารหรือเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ และสามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้ปริมาณแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับธาตุอาหารที่มีอยู่ในอาหารหรือเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ ดังนี้คือ (อนงค์, 2546)

2.5.2.1 ธาตุอาหารคาร์บอน ได้แก่ น้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น กลูโคส ซูโครส ฟรักโทส ไซโลส ไรโบส มอลโทส เป็นต้น ซึ่งซูโครสทำให้เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีที่สุด

2.5.2.2 ธาตุอาหารไนโตรเจน ได้แก่ เกลือแอมโมเนียมชนิดต่าง ๆ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต ทำให้เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีมากกว่าเกลือแอมโมเนียมชนิดอื่น ๆ

2.5.2.3 ธาตุอาหารเกลือแร่ต่าง ๆ ได้แก่ สังกะสีไอออน ที่มีในอาหารหรือจับตัวกับสารอื่น ๆ ถ้ามีน้อยทำให้เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้น้อย เช่น ถั่วเหลืองมีปริมาณกรดไฟติก (phytic acid) มากและจับตัวกับสังกะสีไอออนได้มาก จึงมีสังกะสีไอออนเหลือบนเมล็ดถั่วเหลืองน้อย ทำให้สร้างอะฟลาทอกซินได้น้อยกว่าถั่วชนิดอื่น ๆ

2.5.2.4 การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้เป็นธาตุคาร์บอนและธาตุออกซิเจน ได้แก่ กรดแอซีติก กรดแอมิโนเมไทโอนิน เป็นต้น เช่น ธาตุอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่เปลี่ยนแปลงไปเป็นกรดแอซีติก และใช้เป็นสารเริ่มต้นที่จะให้ธาตุคาร์บอนและธาตุออกซิเจนในโมเลกุลของอะฟลาทอกซินเป็นส่วนใหญ่ ส่วนกรดแอมิโนเมไทโอนินจะให้ธาตุคาร์บอนของกลุ่มเมทิลในโมเลกุลของอะฟลาทอกซิน

2.5.3 ความชื้น ความชื้นในอาหารต่ำ มีผลทำให้สร้างอะฟลาทอกซินได้น้อย ซึ่งเชื้อรา *Aspergillus* เจริญเติบโตได้ดีที่ความชื้นประมาณ 10 – 17 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ความชื้นในอากาศต่ำทำให้สร้างอะฟลาทอกซินได้น้อยเช่นกัน ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่ทำให้เชื้อราเหล่านี้เจริญได้ดีประมาณ 70 – 90 เปอร์เซ็นต์

2.5.4 อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม *A. flavus* เจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 36 – 38 องศาเซลเซียส และเจริญได้บ้างที่อุณหภูมิ 6 – 8 องศาเซลเซียส หรือ 44 – 46 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุดระหว่างวันที่ 11 – 13 ของการเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อรา ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุดระหว่างวันที่ 7 – 9 ของการเลี้ยงเชื้อราและที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุดระหว่างวันที่ 5 – 7 ของการเลี้ยงเชื้อรา สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นจึงมีความเหมาะสมต่อการสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีในระหว่างวันที่ 7 – 14 ของการเลี้ยงเชื้อรา

2.9.5 ปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณก๊าซออกซิเจนมากทำให้สร้างอะฟลาทอกซินได้มาก และในทางตรงข้ามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยทำให้สร้างอะฟลาทอกซินได้มาก นอกจากนี้ก๊าซออกซิเจน 1 เปอร์เซ็นต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสร้างสปอร์ของเชื้อราได้

2.6 การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน

2.6.1 วิธีทางกายภาพ

เพื่อป้องกันเมล็ดพืชไม่ให้มีการปนเปื้อนเชื้อราและอะฟลาทอกซิน ได้อย่างรัดกุมทุกขั้นตอนและควรมีการควบคุมให้ได้คุณภาพมาตรฐานสม่ำเสมอ (ธรรมศักดิ์, 2540) ดังนี้คือ

2.6.1.1 ตรวจสอบเมล็ดพืชและกระบวนการเพาะปลูกพืชไร่ให้ได้คุณภาพดีมีมาตรฐานสม่ำเสมอ

2.6.1.2 ควบคุมดูแลสภาวะการถ่ายเทอากาศ สภาวะแวดล้อมและสถานที่ในการเพาะปลูกพืชไร่ในฤดูกาลที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดการสารพิษอะฟลาทอกซินตลอดกระบวนการเพาะปลูกให้ปลอดภัยจากแมลง นกหรือหนูที่จะมาทำลายเมล็ดพืชได้

2.6.1.3 ควบคุมดูแลการบริหารจัดการให้สะอาด ปลอดภัย ถูกสุขอนามัย มีการถ่ายเทอากาศดีอย่างสม่ำเสมอ ตลอดกระบวนการเก็บเกี่ยว การขนส่ง การบรรจุผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาผลผลิตในคลังสินค้า

2.6.1.4 ทำการสุ่มตรวจผลผลิต วัตถุดิบทางการเกษตรหรือเมล็ดพืชให้ปลอดจากสารพิษอะฟลาทอกซินอย่างสม่ำเสมอก่อนถึงผู้บริโภค

2.6.1.5 กรณีวัตถุดิบทางการเกษตรหรือเมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทำเป็นอาหารสัตว์ ต้องทำการสุ่มตรวจผลผลิตอาหารสัตว์ให้ปลอดภัย ปราศจากสารพิษอะฟลาทอกซิน ก่อนส่งให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงสัตว์ เพื่อควบคุมดูแลคุณภาพอาหารสัตว์ให้ได้มาตรฐานดีอย่างสม่ำเสมอ

2.6.1.6 รักษาความสะอาด กำจัดและทำลายแหล่งปนเปื้อนสารพิษ เช่น รางอาหาร รางน้ำ อุปกรณ์ผสมอาหาร ภาชนะใส่อาหาร อื่น ๆ และตรวจสอบให้สะอาดอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.7 กรณีพบสารพิษปนเปื้อนในอาหารหรืออาหารสัตว์ ควรเปลี่ยนอาหารใหม่ทันที หรือเคลื่อนย้ายผู้บริโภคออกจากแหล่งอาหารปนเปื้อน เพื่อไม่ให้ก่อปัญหาการเกิดพิษอันตรายในผู้บริโภค ทั้งคนและสัตว์ได้ (อนงค์ , 2546)

2.6.1.8 การใช้ความร้อน การใช้อุณหภูมิไอน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินได้ 66 เปอร์เซ็นต์ และถ้าใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส จะให้ผลดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้เครื่องอบ ซึ่งวิธีนี้อาจใช้ร่วมกับสารเคมีพวกแอมโมเนียก็จะให้ผลดีเช่นกัน

2.6.1.9 การใช้รังสี วิธีนี้ให้ผลในพวก oil seed meals มีการทดลองใช้รังสีแกมมา พบว่าสามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินได้ 90 เปอร์เซ็นต์ แต่วิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กัน เพราะอาจมีผลในเรื่องคุณค่าอาหารทางอาหาร และเป็นวิธีที่ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง

2.6.1.10 การฉายรังสี การใช้แสงอัลตราไวโอเลต (UV) ทั้งในห้องปฏิบัติการและแสงแดดสามารถทำลายอะฟลาทอกซินในสภาพบริสุทธิ์ได้ดีกว่าอะฟลาทอกซินที่ปะปนอยู่ในวัตถุดิบหรืออาหาร การทำลายนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของตัวกลางที่ยอมให้แสงอัลตราไวโอเลตผ่าน

2.6.1.11 การเพิ่มระดับโภชนาการในอาหาร การให้อาหารที่มีโปรตีนและอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงแก่สัตว์ พบว่าช่วยลดความเป็นพิษจากอะฟลาทอกซินลงได้

2.6.1.12 การทำเจือจาง เป็นการนำวัตถุดิบที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินไปผสมกับวัตถุดิบที่ปราศจากสารพิษเพื่อลดระดับสารพิษในวัตถุดิบนั้นให้ลดลงจนอยู่ในระดับที่จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียหาย

2.6.1.13 การดูดซับ เป็นการใช้สารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับ ได้แก่ สารประกอบประเภทอะลูมิโนซิลิเกต ผสมลงในวัตถุดิบและอาหาร สารประเภทนี้จะมีลักษณะโครงสร้างเป็นผลึกที่ประกอบด้วยโพรงจำนวนมากกระจายอยู่ระหว่างโมเลกุล มีความสามารถที่จะดูดซับสารพิษอะฟลาทอกซินไว้ในโครงสร้างได้ (สุกันยาและสันทนา 2539)

คมกริชและคณะ (2545) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของสารดูดซับทางการค้าสำหรับดูดซับอะฟลาทอกซินB_1 โดยวิธีไอโซเทอมเพื่อวัดความสามารถสัมพรรคภาพในการดูดซับสารพิษ สารดูดซับทางการค้าที่ขายในประเทศไทยถูกนำมาทดสอบการดูดซับอะฟลาทอกซินB_1 ในหลอดทดลอง ผลการศึกษาพบว่า สารดูดซับเหล่านี้สามารถแยกอะฟลาทอกซินB_1 ออกจากสารละลายได้ โดยสามารถดูดซับอะฟลาทอกซินB_1 ตั้งแต่ 5.84 – 120.24 มิลลิกรัมต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 วิธีทางชีววิทยา

Stonsavapak และคณะ (2003) รายงานว่าแลคติกแอซิดแบคทีเรีย 87 ชนิดที่แยกได้จากอาหารหมักของไทยได้แก่ *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconstoc, Lactococcus, Streptococcus* และ *Enterococcus* เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* พบว่า *Lactobacillus plantarum* และ *L. brevia* สามารถยับยั้งการเจริญและการผลิตอะฟลาทอกซินของ *A. flavus* ในอาหารเหลวมอลต์สกัด เป็นเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.6.3 วิธีทางเคมี

สารเคมีหลายชนิดใช้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซินรวมทั้งสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ด้วย เช่น โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนีย กรดเบนโซอิก สารฟีนอล โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมไฮโปคลอไรต์ โพแทสเซียม-เมตาไบซัลไฟต์ โซเดียมไบซัลไฟต์ ยาฆ่าแมลงบางชนิด และองค์ประกอบในสมุนไพรบางชนิด

วรรณลดาและคณะ (2548) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อการเกิดสารอะฟลาทอกซิน ของเชื้อรา *A. flavus* และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 3 จากผลการวิจัยบ่งบอกให้ทราบว่าในช่วงหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดที่ปลูกเชื้อพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักอัตราตั้งแต่ 4 ตันต่อไร่ร่วมกับจุลินทรีย์ควบคุมโรคพืช พบว่ามีผลต่อการควบคุมหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืช *A. flavus* เมื่อจำนวน *A. flavus* ในดินลดลง ทำให้โอกาสการแพร่ระบาดของเชื้อโรคพืชลดลงด้วยและการสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดลดลงเช่นกันจาก 145.3 เป็น 81.1 พีพีบี นอกจากนั้นยังทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคกับเมล็ดข้าวโพดลดลงจาก 70.1 เป็น 20.6 เปอร์เซ็นต์ และทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 417.3 เป็น 554.7 กิโลกรัมต่อไร่

สารเคมีที่ใช้ได้ผลดีที่สุดในการทดลองคือ delsene MX 80 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราสารออกฤทธิ์ 2 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม เมื่อใช้สารเคมีชนิดนี้คลุกเมล็ดแล้ว ไม่พบเชื้อราขึ้นบนเมล็ด และเมื่อทำการตรวจสอบพบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงที่สุดด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก delsene MX มีสารออกฤทธิ์อยู่ในกลุ่มของสารเคมีพวก benzimidazole ซึ่งมีความสามารถในการซึมลงไปในส่วนของผิวเมล็ดได้ ทำให้มีผลในการควบคุมเชื้อได้ดี (พรทิพย์, 2536)

การทดลองนำเมล็ดข้าวโพดพันธุ์รวม มีความชื้นภายในเมล็ด 18, 20, 22 และ 26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ คลุกด้วย Luprosil NC อัตรา 10, 12, 14, และ 16 ลิตรต่อเมล็ด 1 ตัน ตามลำดับ บรรจุไว้ในกระสอบเก็บรักษาเป็นเวลา 25 สัปดาห์ เมื่อนำมาตรวจหาปริมาณและชนิดของเชื้อราในโรงเก็บและปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยวิธี minicolumn chromatography พบว่าสามารถควบคุมเชื้อราและสารพิษในเมล็ดได้นาน 7, 10, 21 และ 21 สัปดาห์ ตามลำดับ การใช้สารเคมี Luprosil NC ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลดีนั้น ควรทำการคลุกเมล็ดข้าวโพดทันที่เก็บเกี่ยวเสร็จใหม่ ๆ ของเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลง อัตราที่ใช้ยังต้องขึ้นอยู่กับความชื้นภายในเมล็ดด้วย (พรทิพย์, 2536)

2.6.4 วิธีทางเขตกรรม (ธรรมศักดิ์, 2540)

2.6.4.1 การเลือกพื้นที่ปลูกควรเลือกพื้นที่ที่ไม่มีรายงานว่ามีเชื้อรา *A. flavus* ระบาดอยู่

2.6.4.2 การเลือกพันธุ์พืช การพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์ให้ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ และการสร้างอะฟลาทอกซินจัดว่าเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง

2.6.4.3 การไถพรวนและตากดิน มีผลต่อ selerotial inoculum ในส่วนดินชั้นบน

2.6.4.4 การปลูกพืชติดต่อกันนาน ๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* และอะฟลาทอกซินมากกว่าการปลูกพืชหมุนเวียนซึ่งเป็นวิธีที่สามารถลด selerotial inoculum ของเชื้อได้

2.6.4.5 วิธีเขตกรรมอื่น ๆ ที่เหมาะสม เช่น วันเพาะปลูก อัตราการปลูกที่เหมาะสม การควบคุมวัชพืช การใช้ปุ๋ยที่เหมาะสม การใช้หลาย ๆ วิธีร่วมกันทำให้สามารถลดสารพิษอะฟลาทอกซินก่อนการเก็บเกี่ยวได้

2.7 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินผลิตจากอะซิเตท (Acetate) และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นวงแหวน ได้เป็นกรดไซคลิกโพลีคีโต (Cyclicpolyketo acid) โดยมีคาร์บอน 20 ตัว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นอะเวรูฟิน (Averufin) เวอร์ซิโนคอล (Vercinocol) สเตอริกมาโตซิสติน (Sterigmatocystin) และอะฟลาทอกซิน B_1 ในที่สุด

ไนโตรเจน กรดอะมิโน แอสพาราจิน แอสพาเตต ไกลซีน กลูทามีนเป็นสารตั้งต้นที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน อย่างไรก็ตามโดยปกติแล้วซูโครส กลูโคส และคาร์โบไฮเดรตบางชนิดสามารถใช้เป็นสารตั้งต้น และเมื่อผลิตเป็นอะฟลาทอกซินแล้วจะให้ผลผลิตของสารพิษได้สูงสุด

อะฟลาทอกซินจะมีการสังเคราะห์ขึ้นภายในเวลา 48 ชั่วโมง ภายหลังมีการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ระดับสูงสุดของอะฟลาทอกซินที่สังเคราะห์ขึ้นสามารถตรวจหาได้ในวันที่เจ็ดภายหลังมีการเจริญของเชื้อราที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือวัตถุดิบอาหาร ในช่วงสัปดาห์แรกอะฟลาทอกซินชนิด B_1 และ G_1 จะมีการสังเคราะห์มากที่สุด และจะมีระดับลดลงภายหลังจากสิ้นสุดสัปดาห์แรก ในขณะที่อะฟลาทอกซินชนิด B_2 และ G_{2a} มีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 – 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การออกฤทธิ์ของสารพิษอะฟลาทอกซิน

การนำเอาอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินไปเลี้ยงสัตว์ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจด้านปศุสัตว์ รวมทั้งผลผลิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ เช่น สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตลดลง อัตราการตายเพิ่มขึ้น ผลผลิตเนื้อ นม ไข่ลดลง คุณภาพไข่ลดลง ขนาดไข่ลดลง การฟักไข่ลดลง เปลือกไข่บางลง นอกจากนี้อะฟลาทอกซินยังสามารถผ่านไปตามกระแสโลหิต เกิดการสะสมในเนื้อเยื่ออวัยวะต่าง ๆ และผ่านไปสู่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ เมื่อคนบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ อะฟลาทอกซินก็สามารถถ่ายทอดสู่คนได้เช่นกัน ในลูกเป็ดที่ได้รับสารอะฟลาทอกซิน การเกิดพิษแบบเฉียบพลันจะแสดงอาหารซึมเฉื่อนไปข้างหน้า มีจุดเลือดออกใต้ผิวหนังและอวัยวะภายใน ตับโตสีเหลืองซีด ไต ตับอ่อนและม้ามขยายใหญ่ มีอาการบวมน้ำรอบ ๆ หัวใจและน่อง กรณีเกิดพิษแบบเรื้อรังเซลล์ตับจะเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์มะเร็ง ซึ่งพบในลูกเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน 35 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 14 เดือน การเกิดพิษเฉียบพลันในสุกรจะแสดงอาการอ่อม ขนหยาบกร้าน อุจจาระร่วงและมีสีเหลืองจัด ขาหลังอ่อนแรง ยืนตัวโก่ง ดีซ่าน โลหิตจาง และตายภายใน 1 – 5 วัน กรณีการเกิดพิษเรื้อรังในสุกรพบภาวะตับเหลืองซีด มีการสะสมไขมันในเซลล์ตับ ถุงน้ำดีบวมน้ำและจุดเลือดออกรอบบริเวณผิวหนัง มีน้ำคั่งในช่องอกหรือช่องท้อง ไตบวมน้ำและมีจุดเลือดออก พบเซลล์ตับตาย และเซลล์บุท่อน้ำดีเพิ่มจำนวนมากขึ้น มีการเพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของตับ และพบการเพิ่มจำนวนเซลล์ตับสำหรับในลูกโคและกระบือนั้น การเกิดพิษในลูกโคและกระบือจะมีความรุนแรงมากกว่าในโคและกระบือตัวเต็มวัย (อภิษฐา, 2548)

2.9 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพิษของอะฟลาทอกซิน

การเกิดพิษจากอะฟลาทอกซินในคนหรือสัตว์ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อความรุนแรงของสารพิษ และการตอบสนองต่อสารพิษแตกต่างกัน (อนงค์, 2546) ดังนี้คือ

2.9.1 สภาพของสารพิษ

การเกิดพิษจากสารพิษบริสุทธิ์จะมีความรุนแรงมากกว่าสารพิษที่มีสารอื่นเจือปนอยู่ซึ่งทำให้การตอบสนองต่อการเกิดพิษลดลง เช่น สารที่ใช้จับกับสารพิษหรือเคลือบสารพิษหรือดูดซับสารพิษ ทำให้การดูดซึมสารพิษเข้าสู่ร่างกายลดลงและเกิดพิษลดลง นอกจากนี้ตัวทำละลายสารพิษจะมีผลทำให้เกิดพิษเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ จึงควรเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีอันตรายต่อคนและสัตว์

2.9.2 ปริมาณสารพิษและอัตราการดูดซึม

สารพิษที่มีความเข้มข้นสูงและดูดซึมเข้าร่างกายอย่างรวดเร็ว จะมีพิษรุนแรงและก่อเกิดพิษได้มากกว่า เพราะสารพิษที่เข้าสู่ร่างกายทีละน้อย ๆ จะถูกตับเปลี่ยนแปลงเป็นสารที่ไม่เป็นพิษหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีพิษลดลงหรือละลายได้ในน้ำและถูกขับออกไปก่อนที่จะทำให้เกิดพิษขึ้นได้ นอกจากนี้ถ้าได้รับสารพิษโดยการกิน สภาวะท้องว่างจะเกิดพิษได้รุนแรงมากกว่าสภาวะที่มีอาหารอยู่ในกระเพาะและลำไส้ เพราะมีการขับถ่ายสารพิษออกได้

2.9.3 ความไวต่อการรับพิษ

ชนิดของสัตว์ พันธุกรรม เพศ อายุที่แตกต่างกัน จะเกิดพิษได้แตกต่างกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับฮอร์โมน เอนไซม์และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของสารพิษในร่างกายที่แตกต่างกัน เช่น ขณะท้องหรือให้นมลูกจะตอบสนองต่อสารพิษเพิ่มมากขึ้น

2.9.4 สภาวะของอาหาร

อาหารที่กินเข้าไปสามารถทำให้สารพิษเกิดพิษเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ โดยไปจับกับสารพิษทำให้มีผลต่อการดูดซึม การขับออกหรือมีผลต่อการแตกตัวของสารพิษ รวมทั้งการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ การตอบสนองต่อสารพิษจึงแตกต่างกัน เช่น อาหารที่มีโปรตีนสูงทำให้เกิดพิษลดลง

2.10 บริเวณที่มีการสะสมของสารพิษในร่างกาย

เมื่อสารพิษอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกายและกระจายตัวไปทั่วร่างกาย มีบางส่วนถูกเปลี่ยนแปลงหรือถูกขับออกได้บ้าง แต่บางส่วนมีการสะสมหรือตกค้างอยู่เป็นระยะเวลานานจนทำให้เกิดพิษขึ้นได้บริเวณที่มีการเก็บสะสมของสารพิษในร่างกาย (อนงค์, 2546) ได้แก่

1) โปรตีนพลาสมา

แอลบูมินเป็นโปรตีนที่สามารถจับกับสารพิษหรือสารเคมีได้หลายชนิด เพราะมีปริมาณมากในพลาสมาและจัดเป็นโปรตีนที่เก็บสะสมสารพิษในร่างกาย โดยแอลบูมินมีน้ำหนักโมเลกุลมากและมีขนาดใหญ่ ทำให้สารพิษที่จับกับแอลบูมินไม่สามารถผ่านผนังเส้นเลือดฝอยได้และไปมีผลต่ออวัยวะจำเพาะน้อย แต่สารพิษที่จับกับแอลบูมินจะถูกดูดซึมเข้าไปที่ตับไต เพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลหรือเมแทบอลิซึมและขับออกได้บ้าง นอกจากนี้สารพิษที่จับกับแอลบูมินอยู่ก่อนแล้ว สามารถแทนที่ด้วยสารเคมีที่จับกับแอลบูมินได้ดีกว่า จึงทำให้สารพิษอยู่ในรูปอิสระในกระแสโลหิตและมีผลต่อการเกิดพิษในอวัยวะจำเพาะได้มาก นอกจากนี้ไลโปโปรตีนสามารถจับกับสารพิษที่ละลายได้ดีในไขมันและแกมมากลอบูลิน ซึ่งจัดเป็นแอนติบอดีที่สามารถจับกับแอนติเจนหรือสารพิษชนิดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ตับและไต

เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ตับและไตมีการกำจัดสารพิษออกจากร่างกายได้บางส่วนและมีการเก็บสะสมสารพิษมากที่สุด โดยสารพิษจะจับกับโปรตีนในเซลล์ เช่น โปรตีนไลแกนดินในเซลล์ตับ โปรตีนเมทอลโลไทโอนินในเซลล์ตับและไต เป็นต้น

3) ไขมันในร่างกาย

สารพิษส่วนใหญ่ละลายได้ดีในไขมันและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้รวดเร็ว มีการกระจายไปอยู่ตามส่วนของไขมันในร่างกายและสะสมอยู่ในไขมันที่เป็นกลาง (neutral fat) ในร่างกายสารพิษที่สะสมอยู่ในไขมันมากจะมีในกระแสโลหิตน้อย แต่ถ้ามีการอดอาหารจะมีการปล่อยสารพิษออกมาและเข้าสู่กระแสโลหิตมากทำให้เกิดการเป็นพิษได้

2.11 การออกฤทธิ์ของอะฟลาทอกซินต่อตับเซลล์ตับ

สารพิษที่ทำลายเซลล์ตับ หรือเรียกว่า hepatotoxin เช่น อะฟลาทอกซิน จัดเป็นต้นเหตุของการเกิดพิษ ตัวรับพิษและองค์ประกอบของตับที่สำคัญ ได้แก่ เซลล์ตับหรือเรียกว่า hepatocyte เซลล์ที่กินสิ่งแปลกปลอมในเยื่อบุของตับ kupffer's cell เซลล์บุท่อน้ำดี (bile duct cell) และเซลล์บุหลอดเลือดภายในตับ การออกฤทธิ์ของสารพิษต่อเซลล์ตับ มีลักษณะการเกิดพิษทั้งแบบเฉียบพลัน กึ่งเฉียบพลัน กึ่งเรื้อรัง และเรื้อรัง การได้รับสารพิษในปริมาณมากในช่วงระยะเวลาสั้นทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ตับแบบเฉียบพลัน จนถึงทำให้เซลล์ตับตาย หรือบางเซลล์สามารถกลับคืนสู่สภาวะปกติได้ แต่บางเซลล์เสื่อมสภาพจนกลายเป็นตับแข็ง หรือถ้าได้รับสารพิษในปริมาณน้อยเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ตับแบบกึ่งเฉียบพลัน จนถึงทำให้เซลล์ตับตายหรือบางเซลล์กลายเป็นเซลล์ตับแข็งเช่นเดียวกัน หรือถ้าได้รับสารพิษในปริมาณน้อยอย่างสม่ำเสมอซ้ำ ๆ กันเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ตับแบบกึ่งเรื้อรังและเรื้อรัง จนถึงขั้นเซลล์เสื่อมสภาพกลายเป็นตับแข็งและเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์มะเร็งได้ (อนงค์, 2546)

การออกฤทธิ์ของอะฟลาทอกซิน เกิดจากสารพิษโครงสร้างเดิมและสารพิษที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างหรือเมแทบอไลท์ เช่น อะฟลาทอกซินB_1 เป็นสารพิษโครงสร้างเดิมจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเมื่ออยู่ภายในร่างกายได้เป็นสารพิษโครงสร้างใหม่ หรือเมแทบอไลท์ของอะฟลาทอกซิน B_1 เช่น อะฟลาทอกซินM_1, P_1, Q_1 เป็นต้น นอกจากนี้สารพิษโครงสร้างใหม่บางตัวไม่คงตัวเพราะมีประจุไฟฟ้า ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่อไปอีกให้เป็นโครงสร้างใหม่และออกฤทธิ์ได้ เช่น อะฟลาทอกซินB_1 – 8, 9 – อีปอกไซด์ ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างต่ออีก ได้เป็นอะฟลาทอกซินB_1 – 8, 9 – ไดไฮโดรไดออล เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอาจใช้ปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยตรงหรือใช้ปฏิกิริยาพิเศษของเอนไซม์จากไมโครโซม คือ เอนไซม์ cytochrome P - 450

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

นอกจากนี้โครงสร้างใหม่มีประจุไฟฟ้า เรียกว่า electrophile สามารถจับตัวอย่างแน่นด้วยพันธะโควาเลนต์กับกลุ่มสารชีวโมเลกุลได้แก่ DNA และ RNA ซึ่งเรียกว่า nucleophile เช่น อะฟลาทอกซินB_1 – 8, 9 – อีปอกไซด์ จับกับ DNAได้เป็น 8, 9 – ไดไฮโดร – 8 – (เอ็น7 – กวานิล) – 9 – ไฮดรอกซี – อะฟลาทอกซินB_1 หรืออะฟลาทอกซิน B_1 – DNA เป็นต้น หรือจับตัวอย่างแน่นด้วยพันธะโควาเลนต์กับกลุ่มสารชีวโมเลกุลอื่น ๆ ได้แก่ โปรตีน เอนไซม์ ไขมัน ในส่วนต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น อะฟลาทอกซินB_1 – 8, 9 – อีปอกไซด์ จับกับโปรตีนแมโทโอนินและซีสทีน ที่ตำแหน่งเอ็น 3 และเอ็น 7 ของฮีสทีดีน เป็นต้น นอกจากนี้อิเล็กโทไฟล์สามารถจับคู่หรือ conjugate กับสารบางชนิดเช่น อะฟลาทอกซิน B_1 – 8, 9 – อีปอกไซด์ จับคู่กับกลูทาไทโอน โดยมีเอนไซม์กลูทาไทโอนเอสทรานเฟอเรส เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา ได้เป็นอะฟลาทอกซิน – กลูทาไทโอนคอนจูเกต เป็นต้น

สารพิษโครงสร้างใหม่ หรืออะฟลาทอกซินเมทาบอไลท์ โดยส่วนใหญ่มีความรุนแรงของพิษน้อยกว่าสารพิษโครงสร้างเดิม เช่น อะฟลาทอกซินM_1, P_1, และ Q_1 มีพิษน้อยกว่าอะฟลาทอกซิน B_1 เป็นต้น นอกจากนี้สารพิษโครงสร้างใหม่อิเล็กโทรไฟล์ที่จับคู่คอนจูเกตกับสารบางชนิด มักมีพิษน้อยกว่าสารพิษโครงสร้างเดิม เช่น อะฟลาทอกซิน- กลูทาไทโอนคอนจูเกต มีพิษน้อยกว่าอะฟลาทอกซินB_1 แต่สารพิษโครงสร้างใหม่อิเล็กโทรไฟล์ที่จับตัวอย่างแน่นด้วยพันธะโควาเลนต์กับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็นเซลล์มะเร็งได้

2.12 การกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินภายในประเทศ

เนื่องจากอะฟลาทอกซินสามารถเกิดขึ้นได้ตามธรรมชาติในภูมิอากาศและสภาวะที่สิ่งแวดล้อมเหมาะสม และก่อปัญหาทำอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคทั้งคนและสัตว์ จึงมีการกำหนดปริมาณความเข้มข้นของอะฟลาทอกซินสูงสุด ที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนได้ โดยไม่ก่อเกิดพิษต่อผู้บริโภค

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 พ.ศ. 2529 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ซึ่งประกาศในราชกิจานุเบกษา เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 ฉบับพิเศษ ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529 ได้กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนได้ไม่เกิน 20 พีพีบี (ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม)

จากประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2537 ซึ่งประกาศในราชกิจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไปเล่ม 112 ตอนพิเศษ ลงวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538 ได้กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์ที่เสื่อมคุณภาพ โดยมีปริมาณอะฟลาทอกซิน ในอาหารต่าง ๆ ดังนี้ (อนงค์, 2546)

62173

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) ประเภทวัตถุดิบ

กากถั่วเหลือง มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 50 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

กากถั่วลิสง มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 500 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

ปลาป่น มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 40 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

รำข้าว เช่น รำละเอียด รำหยาบ รำสกัดน้ำมัน มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 50 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

ข้าวโพดป่น ข้าวโพดเมล็ด มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 100 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

2.) ประเภทวัตถุที่ผสมแล้ว

ก. หัวอาหารสัตว์

หัวอาหารไก่ มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 50 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

หัวอาหารเป็ด มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 40 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

หัวอาหารโค กระบือ มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 100 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

หัวอาหารสุกร มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 50 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

ข.อาหารสำเร็จรูป

อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่และไก่เนื้อ มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 100 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

อาหารสำเร็จรูปเป็ด มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 30 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

อาหารสำเร็จรูปสุกรแรกเกิดถึงน้ำหนัก 15 กิโลกรัม มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 15 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

อาหารสำเร็จรูปสุกรน้ำหนัก 15 กิโลกรัมขึ้นไป มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 15 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

อาหารสำเร็จรูปโคอายุไม่เกิน 1 ปี มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 100 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

อาหารสำเร็จรูปโคอายุตั้งแต่ 1 ปี มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่า 200 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม)

ตัวอย่างแสดงอาหารชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทยที่พบอะฟลาทอกซินแสดงไว้ในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณอะฟลาทอกซินที่พบในอาหารชนิดต่าง ๆ จากตลาดในประเทศไทย

อาหาร	จำนวนอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน (%)	ปริมาณอะฟลาทอกซิน (ไมโครกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)			
		ค่าเฉลี่ยในอาหารทุกชนิด		ค่าเฉลี่ยอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน	ค่าสูงสุด
		B1	ทั้งหมด		
ถั่วลิสง	49	426	760	1,630	12,266
ข้าวโพด	35	93	140	400	2,730
พริกแห้ง	11	9	14	125	960
กุ้งและปลาแห้ง	5	5	8	166	772
ถั่วเขียว	6	1	1	16	112
ถั่วอื่นๆ	3	3	6	213	1,620
งา	3	1	1	1	10
สาคู	3	2	6	160	294
หัวหอมและกระเทียม	3	2	2	67	60
ข้าวต่างๆ	2	1	1	20	98
ผักสด	1	1	1	30	46

ที่มา : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์, 2539 - 2543.

2.13 การกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินระหว่างประเทศ

อะฟลาทอกซินที่มีปนเปื้อนในผลผลิตทางเกษตร อาหารสัตว์ อาหารคน ไม่สามารถลดหรือทำลายพิษของอะฟลาทอกซินให้หมดอย่างสมบูรณ์ได้ การป้องกันหรือควบคุม เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากการปนเปื้อนสารพิษ จึงมีความจำเป็นและสำคัญยิ่ง โดยมีการกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนสูงสุดในอาหารคนและสัตว์ดังตารางที่3 จากการพิจารณาความรู้หรืองานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของแต่ละประเทศเพื่อการคุ้มครองสุขอนามัยและความปลอดภัยของผู้บริโภคในประเทศของตนเป็นสำคัญเพราะมีรายงานการเกิดโรคทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังที่มีสาเหตุมาจากอะฟลาทอกซิน ทำให้ปริมาณที่แต่ละประเทศกำหนดขึ้นอยู่ในช่วงกว้างมากเพื่อคุ้มครองสุขอนามัยและความปลอดภัยของผู้บริโภคและเกิดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นธรรมในทางการค้าระหว่าง ประเทศภายใต้ความตกลงขององค์การค้าโลก ดับบลิว ที โอ จึงมีคณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารขององค์การอาหารและเกษตรของสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) หรือเรียกว่า คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารโคเด็กซ์ (Codex) ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานอาหารให้เป็นมาตรฐานสากล ร่วมกับคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ FAO และ WHO สาขาสารเสริมเติมและปนเปื้อนในอาหาร หรือเรียกว่า เจ็กฟา (JECFA, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive) ได้ร่วมกันพิจารณากำหนดปริมาณอะฟลาทอกซิน ที่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนได้สูงสุดในอาหารโดยไม่ก่อเกิดพิษ ซึ่งสมาชิกโคเด็กซ์เป็นภาครัฐของประเทศต่าง ๆ และในปัจจุบันโคเด็กซ์มีสมาชิก 165 ประเทศ รวมทั้งประเทศไทย คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารโคเด็กซ์และเจ็กฟา ได้ร่วมกันพิจารณาและกำหนดให้อะฟลาทอกซินเป็นสารปนเปื้อนในอาหาร และได้กำหนดให้ปริมาณอะฟลาทอกซินรวม คือ อะฟลาทอกซิน B_1, B_2, G_1 และ G_2 ปนเปื้อนได้สูงสุดในถั่วลิสงไม่เกิน 15 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (พีพีบี) นอกจากนี้ได้มีการพิจารณาร่วมกันเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง และผลไม้จำพวกเปลือกแข็ง เช่น เกาลัด สมอ เป็นต้น สำหรับระดับอะฟลาทอกซินM_1 ที่ปนเปื้อนในน้ำนม ซึ่งเกิดจากโคนมได้รับอาหารที่มีอะฟลาทอกซินB_1 ปนเปื้อนอยู่และสามารถทำให้เกิดการตกค้างในน้ำนมได้ 0.17 - 3.0 เปอร์เซ็นต์ คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารโคเด็กซ์และเจ็กฟา ได้ร่วมกันพิจารณา ซึ่งผู้แทนจากกลุ่มประเทศประชาคมยุโรปได้เสนอให้อยู่ในระดับ 0.05 พีพีบี (ไมโครกรัมต่อน้ำนม 1 ลิตร) โดยให้เหตุผลว่าอะฟลาทอกซินM_1 เป็นสารก่อมะเร็งและก่อกลายพันธุ์ จึงมีความเสี่ยงอันตรายต่อผู้บริโภค สำหรับผู้แทนจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (USFDA, United States Food and Drug Administration) ได้เสนอให้อยู่ในระดับ 0.5 พีพีบี โดยให้เหตุผลว่าเป็นระดับที่เพียงพอต่อการคุ้มครองผู้บริโภค เพราะมีรายงานจากเจ็กฟาแสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการตกค้างของอะฟลาทอกซินM_1 ในน้ำนมจาก 0.05 พีพีบี เป็น 0.5 พีพีบี ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตับ เพิ่มขึ้นน้อยมาก ดังนั้นในการประชุมกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารโคเด็กซ์สาขาสารเสริมเติมและปนเปื้อนในอาหาร (CCFAC) ครั้งที่ 33 จัดขึ้น ณ กรุงเฮก ประเทศเนเธอร์แลนด์ ระหว่างวันที่ 12 - 16 มีนาคม พ.ศ. 2544 จึงสรุปจากมติที่ประชุม ให้กำหนดปริมาณการตกค้างของอะฟลาทอกซินM_1 ในน้ำนมเป็น 0.5 พีพีบี (อนงค์, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินในกลุ่มประเทศประชาคมยุโรปและประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเทศ	ปริมาณอะฟลาทอกซินในอาหาร (พีพีบี)				
	บี 1	รวม	ชนิดอาหาร	เอ็ม 1	ชนิดอาหาร
เบลเยี่ยม	5	-	ทุกชนิด	0.1	น้ำนม
เดนมาร์ค	-	10	ถั่วลิสง	-	-
ฝรั่งเศส	-	10	ทุกชนิด	0.2	นมผงเด็กทารก
	-	5	เมล็ดธัญญาหาร น้ำมัน	-	-
	-	0.1	ถั่วบดเปียก	-	-
	-	5	อาหารเด็กทารก	-	-
เยอรมัน	2 หรือ	4	ถั่ว เมล็ดธัญญาหาร	0.05	น้ำนม
กรีก	1 หรือ	5	ถั่ว เมล็ดผลไม้แห้ง ข้าวโพด	-	-
ไอร์แลนด์	5 หรือ	30	ทุกชนิด	-	-
อิตาลี	-	50	ถั่วลิสง	-	-
ลักเซมเบอร์ก	5	-	ถั่วลิสง	-	-
เนเทอร์แลนด์	5	-	ทุกชนิด	0.05-0.2	น้ำนม เนยแข็ง
ปอร์ตุกอล	25	-	ถั่วลิสง	-	-
	5	-	อาหารเด็กทารก	-	-
	20	-	อาหารอื่นๆ	-	-
สเปน	5	10	ทุกชนิด	-	-
อักฤษ	-	10	ถั่ว ผลไม้	-	-
สหรัฐอเมริกา	-	20	ทุกชนิด	0.5	น้ำนม นมไร้ไขมัน

- ปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด B_1 B_2 G_1 G_2 (รวม) หน่วยเป็น ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (พีพีบี)

ที่มา : อนงค์, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 สมุนไพร

สมุนไพร กำเนิดจากธรรมชาติ มีความหมายต่อชีวิตมนุษย์โดยเฉพาะในทางมิติสุขภาพ อันหมายกถึงการส่งเสริมสุขภาพและการรักษาโรค สมุนไพรส่วนใหญ่เป็นพืชสมุนไพร โดยนำองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วนของพืชมาใช้ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอกและผล ส่วนของพืชเหล่านี้รูปร่างลักษณะโครงสร้าง และบทบาทจะแตกต่างกัน (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2541)

2.14.1 ส่วนของพืชที่ใช้เป็นสมุนไพร

โดยธรรมชาติแล้วพืชเครื่องเทศและสมุนไพรอาจมีสาระสำคัญต่างชนิดกันในแต่ละส่วนของพืชและในฤดูกาลยังมีปริมาณสารไม่เท่ากัน ส่วนของพืชที่ใช้เป็นพืชสมุนไพรมีหลายส่วนแตกต่างดังนี้ (รุ่งรัตน์, 2540)

ราก เช่น กระชาย ชะเอม ระย่อม โสม
เปลือกไม้ เช่น อบเชย ควินิน โมก
เนื้อไม้ เช่น กฤษณา การบูร
ลำต้นใต้ดิน เช่น ขิง ข่า ไพล
ลำต้นบนดิน เช่น ตะไคร้ หญ้าหนวดแมว
ดอก เช่น กานพลู คำฝอย
เมล็ด เช่น ลูกจันทร์ ละหุ่ง
ผล เช่น พริกไทย สับปะรด ฝรั่ง
ใช้ทุกส่วนของพืช เช่น ผักชี

2.15 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย (Essential Oil) หมายถึง น้ำมันที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติ เก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น กลีบ ดอก ใบ ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้น อนุภาคเล็ก ๆ ของน้ำมันหอมระเหยเหล่านี้จะระเหยออกมาเป็นกลุ่มไอรอบ ๆ เมื่อได้รับความร้อนทำให้เราได้กลิ่นหอมอบอวลทั่วไป นอกจากนี้ยังช่วยดึงดูดแมลงให้มาผสมเกสรดอกไม้ ปกป้องการรุกรานจากศัตรู และรักษาความชุ่มชื้นให้กับพืช สำหรับประโยชน์ต่อมนุษย์นั้น น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรค บรรเทาอาการอักเสบหรือลดบวม คลายเครียด หรือ กระตุ้นให้สดชื่น ทั้งนี้ขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด (พิมพร, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.1 องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยค่อนข้างจะซับซ้อน และแปรผันตามระยะเวลาการปลูก ฤดูกาลและช่วงเวลาที่เก็บเกี่ยวพืช ส่วนของพืชที่นำมาใช้ (เช่น ราก ใบ ลำต้น ดอก ผล เมล็ด เปลือกต้น หรือเนื้อไม้) ชนิดของดิน ตลอดจนภูมิอากาศและภูมิประเทศ องค์ประกอบทางเคมีมักเป็นสารกลุ่ม terpene, sesquiterpene, ester, alcohol, phenol, aldehyde, ketone และ organic acid นอกจากนี้ยังประกอบด้วย วิตามิน ฮอร์โมน สารปฏิชีวนะ และ/หรือ antiseptic น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นหรือสกัดได้จากพืชอาจมีปริมาณตั้งแต่ 0.005 – 10 เปอร์เซ็นต์ ของพืช แล้วแต่ชนิดของพืช

นอกจากนี้กระบวนการได้มาซึ่งน้ำมันหอมระเหยยังมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพสูงมักได้จากการสกัดเย็นและการกลั่น

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารประกอบอโรมาติก (aromatic compound) ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามองค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างในโมเลกุล ดังนี้

ก. Hydrocarbon มีองค์ประกอบในโมเลกุลของ aromatic ring เป็นสารคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจเรียกว่า Terpenoid Essential Oil ได้แก่ terpene, sesquiterpene, ketone, aldehyde, alcohol, phenol หรือ monoterpene, diterpene

Terpenoid Essential Oil

น้ำมันหอมระเหยกลุ่มนี้อาจมีโซ่กิ่งหรือ functional group ต่างๆ อาจแบ่งได้เป็น

1. Ketonic volatile oil มีสารคีโตนเป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่2) ได้แก่ thujone, การบูร, methone, carvone, piperitone, puleeone เป็นต้น พบใน sage, wormwood, hyssop, caraway, spearmint, pennyroyal และ thuja เป็นต้น สารกลุ่มนี้มักมีคุณสมบัติเสริมสร้างเนื้อเยื่อ (cytophylactic) ลดอาการอักเสบ (antiinflammatory) แต่อาจเป็นพิษต่อระบบประสาท (neurotoxic)

menthone carvone

รูปที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Ketonic volatile oil

ที่มา : พิมพร, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Aldehyde volatile oil มีสารแอลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่3) ได้แก่ citral, citronellal, neral และ geranial พบใน Melissa, เลมอน(lemon), มินต์(mint), ตะไคร้ (lemongrass), citronella, lemon, verbena (*Lippia citriodora*) และยูคาลิปตัส (*Eucaryptus citriodora*) เป็นต้น สารกลุ่มนี้มักมีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโรค (antiseptic) ลดอาการอักเสบ (antiinflammatory) ลดความดัน ขยายหลอดเลือดและกล่อมประสาท (sedative) สารกลุ่มนี้อาจทำให้แพ้หรือระคายเคืองได้

hydroxycitronellal geranial

รูปที่ 3 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Aldehyde volatile oil
ที่มา : พิมพร, 2545

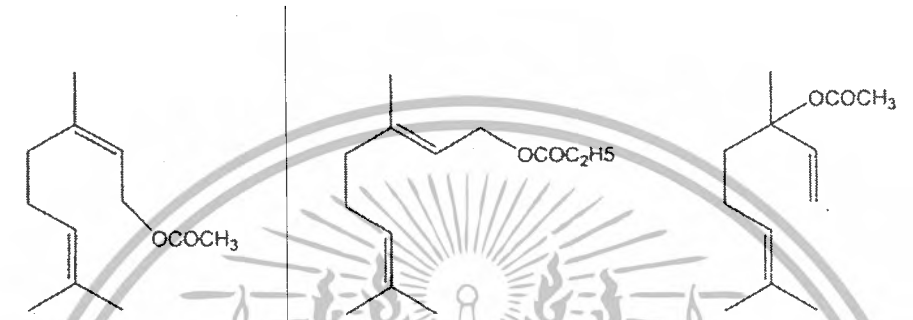
3. Alcoholic volatile oil (Terpene alcohol) มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่4) ได้แก่ linalol, borneol, citronellol, geraniol, santalol, estragol และ nerol พบในลาเวนเดอร์ (lavender), petitgrain, rosewood, ทีทรี (tea tree), sandalwood และ jouniper เป็นต้น สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อโรค (antiseptic), ต้านไวรัส กระตุ้น (stimulating) และฝาดสมานผิว (toning) สารกลุ่มนี้มักไม่มีพิษและไม่ก่อการระคายเคืองต่อผิวหนัง

citronellol nerol

รูปที่ 4 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Alcoholic volatile oil
ที่มา : พิมพร, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Ester volatile oils มีสารพวกเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่5) ได้แก่ linalyl acetate, geranyl acetate, bornyl และ methyl salicylate พบในลาเวนเดอร์ (lavender), คาโมไมล์ (carmomile), โรสแมรี่ (rosemary) และ sage เป็นต้น สารกลุ่มนี้มักพบในกลีบผลไม้และดอกไม้ทั้งหลาย มีคุณสมบัติลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ (spasmolytic) เป็นยากล่อมประสาท ลดอาการอักเสบและต้านเชื้อรา



neryl acetate geranyl propionate linalyl acetate

รูปที่ 5 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Ester volatile oil
ที่มา : พิมพร, 2545

5. Oxide และ peroxide มีออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่6) ได้แก่ cineol (Eucaryptole), linalool oxide พบในสารยูคาลิปตัส(Eucaryptus) และ cajuput มีคุณสมบัติขับเสมหะ สารกลุ่มนี้ระคายเคืองต่อผิวหนัง โดยเฉพาะในเด็ก

1, 8 – cineole 1, 4 – cineole

รูปที่ 6 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Terpene oxide
ที่มา : พิมพร, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

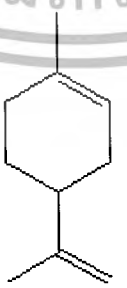
6. Phenolic volatile oils มีสารฟีนอลเป็นองค์ประกอบหลัก (รูปที่ 7) ได้แก่ thymol, carvacrol และ euglenol พบใน thyme, ออริกาโน (oregano), savory, ใบอบเชย (cinnamon leave), กานพลู (clove), pine tar และ ajowan เป็นต้น มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เสริมภูมิต้านทานและกระตุ้นต่อระบบประสาทและระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย สารกลุ่มนี้อาจเป็นพิษต่อตับและระคายเคืองผิวหนัง จึงไม่ควรใช้ในปริมาณที่สูง

thymol carvacrol

รูปที่ 7 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Phenolic volatile oil
ที่มา : พิมพร, 2545

7. สารกลุ่ม Sesquiterpene ได้แก่ chamazulene, bisabolol, santalol, zingiberol, carotol, caryophyllen และ farnesol พบในพืชหลายชนิด มีคุณสมบัติคลายการปวดเกร็ง ฆ่าเชื้อโรค ยากล่อมประสาทและลดอักเสบ

8. สารกลุ่ม Monoterpene (รูปที่8) ได้แก่ camphene, limonene, myrcene, α และ β - pinene, α และ γ - terpinene, sabinene เป็นต้น มีคุณสมบัติกระตุ้นและบำรุง ฆ่าเชื้อโรค พบใน bay, พริกไทยดำ, citus, fir, มะนาว(lime), เลมอน (lemon), โรสแมรี่ (rosemary) เป็นต้น



limonene

รูปที่ 9 ตัวอย่างโครงสร้างสารเคมีพวก Monoterpene
ที่มา : พิมพร, 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. Phenylpropane มีองค์ประกอบในโมเลกุลของ aromaticring เป็นสารคาร์บอน,ไฮโดรเจน และออกซิเจน อาจเรียกว่า Phenylpropane Derived Essential Oil เช่น eugenol, anethol, safrol, cinnamic aldehyde และ methylchavicol

Phenylpropanane Derived Essential Oil

น้ำมันหอมระเหยกลุ่มนี้อาจแบ่งตามโครงสร้างของอนุพันธ์ ดังนี้

1. Eugenol และ Cinnamic aldehyde พบในกานพลูและอบเชย eugenol พบมากในน้ำมันกานพลู มีฤทธิ์ฆ่าเชื้ออย่างแรงและทำให้ชาเฉพาะที่และมีรายงานว่าสามารถต้านมะเร็งบางชนิดได้ สารกลุ่มนี้อาจระคายเคืองผิวหนัง การใช้ต้องระวัง

2. Anethol และ Methylchavicol พบใน aniseed, basil, teragon, parsley, nutmeg และ sassafras มีฤทธิ์คลายการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ (spasmolytic) ขับเสมหะ(expectorant)

3. Safrol, Myristicin และ Apiol พบใน nutmeg (มี myristicin), parsley (มีapiol) มีคุณสมบัติคลายปวดเกร็ง (spasmolytic) กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง

2.15.2 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนของพืชที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารที่มีกลิ่นหอม และระเหยได้ จึงมีวิธีการสกัดที่แตกต่างจากสารสกัดโดยทั่วไป การแยกน้ำมันหอมระเหยจากพืชทำได้ 6 วิธี (พิมพร, 2545) คือ

วิธีที่ 1 การกลั่น (Distillation) เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดเพราะทำง่ายและประหยัด ได้น้ำมันหอมระเหยปนมากับน้ำ แยกเป็นสองชั้น ซึ่งแยกออกได้ง่ายจะได้น้ำมันหอมระเหย (essential oil) และน้ำปรุง (aromatic water, floral water หรือ hydrosol) วิธีการกลั่นอาจแบ่งได้เป็น

1.1 การกลั่นด้วยน้ำ (Water distillation) มักใช้กับพืชแห้งและสารในพืชไม่สลายเมื่อถูกความร้อน เช่น การกลั่นน้ำมันสน เป็นต้น

1.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation หรือ hydrodiffusion) ใช้กับพืชสดหรือพืชแห้งซึ่งอาจถูกทำลายได้ด้วยความร้อน ตัวอย่างเช่น การกลั่นน้ำมันอบเชย กานพลูโดยการหมักพืชในน้ำก่อนแล้วผ่านไอน้ำเข้าไป น้ำและน้ำมันจะถูกกลั่นออกมาด้วยกัน วิธีนี้ยังเหมาะกับการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากเนื้อไม้ (wood) หรือส่วนที่มีเส้นใย (filbrous)

1.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam distillation) ใช้กับพืชสด เช่น การกลั่นน้ำมันมินต์ ระหว่างการกลั่นซึ่งใช้อุณหภูมิสูงองค์ประกอบบางชนิดจะถูกย่อยสลาย (hydrolyse) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 2 การบีบ (Mechanical Expression) ใช้สำหรับพืชที่มีถุงน้ำมันอยู่ใต้เปลือก ซึ่งมีองค์ประกอบที่สลายตัวโดยความร้อน ตัวอย่างเช่น น้ำมันจากผิวส้ม ผิวมะนาว โดยนำเปลือกส้มมาบีบจะได้ จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกอีกครั้ง

วิธีที่ 3 วิธี Enfleurage เป็นวิธีที่เก่าแก่มักใช้กับกลีบดอกไม้ซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยปริมาณน้อย ทำโดยใช้น้ำมันระเหยยาก (fixed oil) หรือไขมัน (fat) ชนิดที่ไม่มีกลิ่นมาแผ่เป็นฟิล์มบางๆ บนกระจก นำกลีบดอกไม้มาโปรยบนฟิล์มนี้ ตั้งทิ้งไว้หลาย ๆ ชั่วโมง เก็บกลีบดอกไม้ออก แล้วโปรยชุดใหม่ลงไปแทน ไขมันซึ่งดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้ได้สิ่งสกัดที่เรียกว่า Extrait หรือ Absolute de pomade จากนั้นนำมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้วกลั่นเพื่อแยกแอลกอฮอล์ออกไป จะได้ลักษณะข้นเรียกว่า Absolute de enfleurage กรณีที่มีการใช้ความร้อนช่วย (50 – 60 องศาเซลเซียส) จะเรียกว่า Hot enfleurage วิธีนี้เคยนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม ปัจจุบันไม่นิยมเพราะเปลืองแรงงาน

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกลีบดอกไม้อาจนำกลีบดอกไม้ไปต้มกับไขมันที่อุณหภูมิต่ำ แล้วกรองเอากลีบดอกออก นำไขมันไปสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมอีกที

ในฝรั่งเศสตอนใต้มีการเตรียมน้ำมันที่ชื่อว่า Red oil โดยวิธีนี้จะนำดอก St. john's wort มาแช่ในน้ำมันมะกอก (olive oil) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วกรองออก น้ำมันนี้มีสรรพคุณสมานแผลได้ดีโดยเฉพาะแผลไฟไหม้ ลักษณะการเตรียมแบบนี้เรียก herb-infused oil

การเตรียมน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการนำไปเตรียมเป็นตำรับครีม ขี้ผึ้ง น้ำมันถูนวด และน้ำมันสำหรับอาบน้ำ

วิธีที่ 4 การสกัด (Solvent Extraction) เป็นการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมซึ่งเป็น volatile hydrocarbon เช่น เฮ็กเซน (hexane), เบนซิน (benzene) หรือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) สกัดเอาสารหอมออกมาเรียก Concret จากนั้นสกัดแยกตัวทำละลายออกโดยการกลั่นภายใต้ความดันจะได้สารหอมเรียก Absolute วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นคงตัวเพราะไม่เกิดการสลายตัว เหมาะสำหรับพืชที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น มะลิ ไวโอเล็ต ปัจจุบันนิยมใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม

วิธีที่ 5 การกลั่นแบบ Destructive distillation นิยมใช้ในการกลั่นน้ำมันจากพืชวงศ์ Pinaceae และ Cupressaceae โดยนำพืชมาเผาในที่อากาศไม่เพียงพอ จะเกิดการสลายตัวได้สารระเหยออกมา ซึ่งแยกได้เป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำซึ่งประกอบด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) และ Crude acetic acid กับชั้นของน้ำมันดิน (tarry liquid) เช่น pine tar หรือ juniper tar แล้วแต่ชนิดของพืชที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 6 การใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวภายใต้ความดันสูง (Hypercritical Carbon – dioxide Extraction) วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นหอมมาก เพราะประสิทธิภาพการกลั่นสูง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันสูง (200 เท่าของความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส) จะกลายสภาพกึ่งเหลวกึ่งก๊าซเรียกว่า hypercritical state มีคุณสมบัติในการละลายสูง (solvent properties) จะสามารถสกัดสารหอมออกมาได้มาก ข้อดี คือ ไม่ใช้ความร้อน ดังนั้นสารหอมต่าง ๆ จะไม่สลายตัว จะคงสภาพเหมือนในสภาวะธรรมชาติ ภายหลังการสกัดสามารถแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้โดยการลดความดันลง

การสกัดโดยวิธีอื่นนั้นจะทำให้สารหอมมีการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น ถูกย่อยสลาย (hydrolyse) หรือสลายโดยออกซิเจน (oxidize) ซึ่งทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมได้

2.15.3 การเก็บรักษาน้ำมันหอมระเหย

เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารประกอบอโรมาติก ซึ่งสลายตัวได้ง่ายด้วยอากาศ ออกซิเจน ความร้อนหรือแสง ดังนั้นการเก็บน้ำมันหอมระเหยจึงต้องเก็บรักษาในภาชนะที่ปิดสนิท ภายใต้อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส) แช่ในตู้เย็น น้ำมันหอมระเหยที่ดีควรใช้ภายใน 3 ปี หลังการกลั่นหรือสกัด และควรเก็บไว้ในขวดแก้ว ไม่ควรใช้ภาชนะพลาสติก น้ำมันกลุ่มตระกูลส้ม (citrus oil) มีอายุสั้นที่สุด ถ้าเก็บรักษาอย่างถูกวิธีจะมีอายุนานถึง 7 ปี (พิมพร, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงานพิเศษ

3.1 จุลินทรีย์

Aspergillus flavus IMI 242684 จาก International Mycological Institute, ประเทศอังกฤษ

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แก่

1. หลอดทดลอง (test tube) จากบริษัท Pyrex
2. บีกเกอร์ (beaker) จากบริษัท Pyrex
3. จานเพาะเชื้อ (petri dishs) จากบริษัท Pyrex
4. ฟลาสก์ก้นกลม ขนาดต่าง ๆ จากบริษัท Pyrex
5. ฟลาสก์รูปชมพู่ (erlenmeryer flask) จากบริษัท Pyrex
6. กรวยแยก (separator funnel) ขนาด 250 มิลลิลิตร จากบริษัท Pyrex
7. ขวดเตรียมอาหาร (duran flask) จากบริษัท Pyrex
8. เข็มเขี่ย (needle)
9. ลูป (loop)
10. ผ้าขาวบาง (gauze)
11. สำลี (cotton)
12. ตู้เขี่ยเชื้อ (larminar air flow) จากบริษัท Isso รุ่น BVT 123
13. ปากคีบ (forceps)
14. ปิเปตต์ (pipette)จากบริษัท Pyrex
15. กระบอกตวง (cylinder) จากบริษัท Pyrex
16. ชุดกรอง (Millipore filter) จากบริษัท Amocon
17. กล้องจุลทรรศน์(microscope) จากบริษัท Olympus
18. ชุดสไลด์นับเซลล์ (Haemacytometer) จากบริษัท Bosco
19. เครื่องบด (blender) จากบริษัท Memmert
20. หม้ออังไอน้ำ (water bath) จากบริษัท Memmert
21. เครื่องชั่ง (balance) จากบริษัท Mettler รุ่น AG240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)จากบริษัท TOMY รุ่น SS – 325

23. Cylinder cup ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6000 มิลลิลิตร

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
2. เมทานอล เกรดทางการค้า จากบริษัท อาศรม จำกัด
3. ปิโตรเลียมอีเทอร์

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

Potato Dextrose Agar (PDA) จากบริษัท Scharlau

3.3 สมุนไพรที่ใช้ในการทดลอง

1. สมุนไพรที่ใช้ส่วนดอก คือ คำฝอย ดาวเรือง
2. สมุนไพรที่ใช้ทั้งลำต้น คือ ผักชี
3. สมุนไพรที่ใช้เปลือกผลคือ ส้มโอ มังคุด
4. สมุนไพรที่ใช้เหง้าหรือหัว คือ ขิง กระชายดำ
5. สมุนไพรที่ใช้ผลดิบ คือ พริกไทย
6. สมุนไพรที่ใช้ลำต้น คือ บอระเพ็ด ว่านหางจระเข้
7. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปลาเวนเดอร์จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
8. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปโรสแมรี่จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
9. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปกรีนทีจากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
10. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปอบเชยจากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
11. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปยูคาลิปตัสจากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
12. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปไทม์จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด
13. น้ำมันหอมระเหยสำเร็จรูปเสม็ดขาวจากบริษัท ฮงฮวด จำกัด

(บริษัท ฮงฮวด จำกัด สำนักงานใหญ่ เลขที่ 41 – 45 ถนนจักรวรรดิ เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพฯ 10110)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมสารละลายสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684

3.4.1.1 เขี่ยเชื้อรา *A. flavus* ที่มีอายุครบ 7 วัน ลงในฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ 200 มิลลิลิตร เลี้ยงเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

3.4.1.2 ทำสารละลายสปอร์ โดยเติมน้ำกลั่นที่ผสม Tween 80 ที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว (เข้มข้นร้อยละ 0.01 ลงไป 2-3 หยด ลงในฟลาสก์ที่มีเชื้อราอายุ 7 วัน ใช้ลูปเขี่ยสปอร์ให้หลุดออกจากอาหาร นำสารละลายสปอร์ที่ได้ไปกรองด้วยชุดกรองสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้ว

3.4.1.3 นำสารละลายสปอร์ที่กรองได้มานับจำนวนสปอร์ด้วยสไลด์นับเซลล์ ให้มีความเข้มข้นของสปอร์ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดลองในขั้นต่อไป

3.4.2 วิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพร

3.4.2.1 นำสมุนไพรมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ

3.4.2.2 บดสมุนไพรด้วยเครื่องบด และทำการสกัดโดยใช้เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 หรือน้ำกลั่น เป็นตัวทำละลาย

3.4.2.3 ใช้ผ้าขาวบางกรองเศษสมุนไพรออก จากนั้นนำเศษสมุนไพรที่กรองได้ มาทำการสกัดด้วยวิธีเดิมจนสมุนไพรมีสีซีดลงจากเดิม

3.4.2.4 นำของเหลวที่กรองได้มาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องสุญญากาศที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส

3.4.2.5 นำของเหลวในข้อ 3.4.2.4 มาสกัดน้ำมันหอมระเหยออกด้วย ปิโตรเลียมอีเทอร์ ที่อุณหภูมิ 40 - 60 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้

3.4.2.6 เมื่อน้ำมันหอมระเหยเคลื่อนที่มาผสมกับปิโตรเลียมอีเทอร์ นำสารละลายมาผ่านเครื่องสุญญากาศที่อุณหภูมิ 40 – 60 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก

3.4.2.7 ชะล้างสารสกัดที่เหลืออยู่ก้นขวดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

3.4.3 การทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684

3.4.3.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ใส่จานเพาะเชื้อ โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในฟลาสก์ตามวิธีของ Lorian (1986) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที จากนั้นรอให้อาหารอุ่นที่อุณหภูมิ 45 – 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอาหารเลี้ยงเชื้อ 5 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง ปิเปตต์สารละลายสปอร์ที่มีความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 15 มิลลิลิตร

3.4.3.2 นำ cup ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง มาวางลงในจานเพาะเชื้อแต่ละจาน

3.4.3.3 นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มาหยดลงใน cup จนเต็ม ทำการทดลองน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จาน ต่อ 1 ซ้ำ

3.4.3.4 ทำชุดการทดลองควบคุมเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3.4.3.3 แต่เปลี่ยนจากน้ำมันหอมระเหยเป็นเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 และน้ำกลั่น

3.4.3.5 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

3.4.3.6 เมื่อครบกำหนดตรวจผลสังเกตบริเวณที่เกิดการยับยั้งทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.4.3.7 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธีดันแคน (รังสรรค์, 2541)

3.4.4 การทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ3.4.3 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.4.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อใส่จานเพาะเชื้อเช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.1

3.4.4.2 นำ cup ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง มาวางลงในจานเพาะเชื้อแต่ละจาน

3.4.4.3 นำน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 มาทำการเจือจางที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5625, 3.125, 6.25, 12.5, 25 และ50

3.4.4.4 นำน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างๆ มาหยดลงใน cup จนเต็ม ทำการทดลองน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จาน ต่อ 1 ซ้ำ

3.4.4.5 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

3.4.4.6 เมื่อครบกำหนดตรวจผลสังเกตบริเวณที่เกิดการยับยั้งทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.4.4.7 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธีดันแคน (รังสรรค์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่ระยะเวลาต่าง ๆ และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.4.5.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อใส่จานเพาะเชื้อ เช่นเดียวกับข้อ 3.4.3.1

3.4.5.2 นำคับที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง มาวางลงในจานเพาะเชื้อแต่ละจาน

3.4.5.3 นำน้ำมันหอมระเหยที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 มาทำการเจือจางที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

3.4.5.4 นำน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นต่างๆ มาหยดลงใน cup จนเต็ม ทำการทดลองน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดทั้งหมด 5 ซ้ำ โดยทดลอง 5 จาน ต่อ 1 ซ้ำ

3.4.5.5 นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

3.4.5.6 เมื่อครบกำหนดตรวจผลสังเกตบริเวณที่เกิดการยับยั้งทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.4.6.7 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ได้ด้วยวิธีดันแคน (รังสรรค์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหย 16 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 16 ชนิดและวัดผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ จะสังเกตเห็นเป็นโซนใส (inhibition zone) รอบ cup ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 4 พบว่า มีน้ำมันหอมระเหยเพียง 3 ชนิด จากทั้งสิ้น 16 ชนิด ที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยที่น้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุด มากกว่า 90 มิลลิเมตร รองลงมาได้แก่ อบเชย มีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุด เท่ากับ 46.8997 มิลลิเมตร และลาเวนเดอร์มีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญสูงสุด เท่ากับ 11.4941 มิลลิเมตรตามลำดับ สำหรับน้ำมันหอมระเหยจาก โรสแมรี่ เปลือกส้มโอ ไทม์ ใบผักชี ดอกดาวเรือง เปลือกมังคุด พริกไทยดำ ขิง กระชายดำ บอระเพ็ด ดอกคำฝอย ว่านหางจระเข้ ใบยูคาลิปตัส และกระชายดำ รวมทั้งชุดควบคุม พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

ตารางที่ 4 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 16 ชนิด

ชนิดน้ำมันหอมระเหย	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)
ชุดควบคุม	0.0000
เสม็ดขาว	> 90.0000
อบเชย	46.8997
ลาเวนเดอร์	11.4941
น้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น ๆ	0.0000

หมายเหตุ ผลการทดลองทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางรวม cup ที่มีขนาด 0.6000 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ที่ให้ผลต่อการยับยั้งบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

จากผลการทดลองในตารางที่ 4 พบว่ามีน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ให้ผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA และให้ผลในการยับยั้งได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างน้อย 2 ชนิด เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญโดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 5, 6 และรูปที่ 9 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญสูงสุด รองลงมาได้แก่ อบเชยและลาเวนเดอร์ ตามลำดับ

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด

แหล่งความแปรผัน	df	Sum of Squares	Mean Square	F
น้ำมันหอมระเหย	4	30137.737	7534.434	64999.483**
ความคลาดเคลื่อน	20	2.318	.166	
ผลรวม	24	30140.055		

หมายเหตุ ** = นัยสำคัญ 0.05
ns = ไม่มีนัยสำคัญ

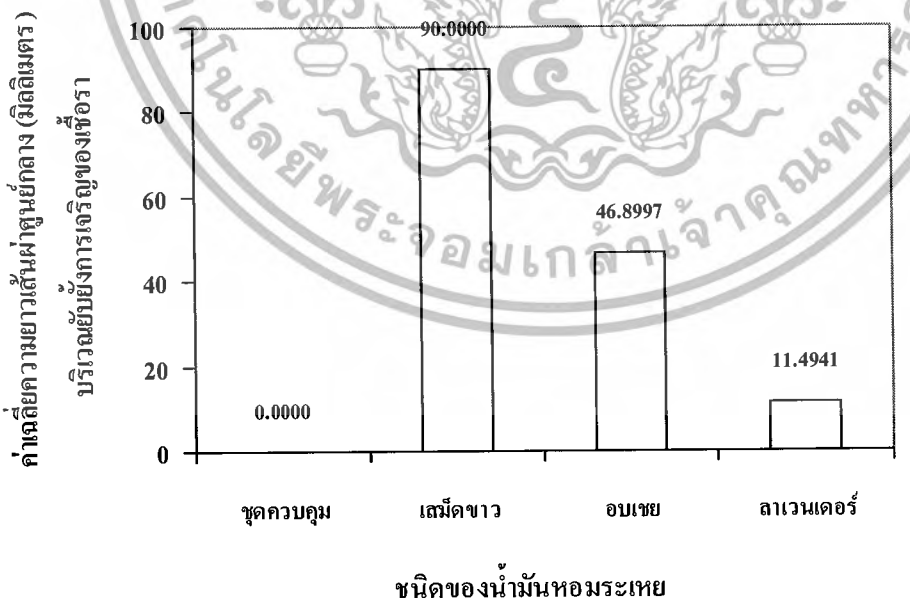
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ
ชุดควบคุม	0.0000[d]
เสม็ดขาว	> 90.0000[a]
อบเชย	46.8997[b]
ลาเวนเดอร์	11.4941[c]
น้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น ๆ	0.0000[d]

หมายเหตุ 1.)ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.) ผลการทดลองทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางรวม cup ที่มีขนาด 0.6000 มิลลิเมตร



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

เมื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว อบเชย ลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625 และ0 (ชุดควบคุม) ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยบ่มเป็นระยะเวลา 3 วัน จากนั้น วัดผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 7 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งเชื้อราจะมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรามากที่สุด 90 มิลลิเมตรตั้งแต่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5625 ขึ้นไป ส่วนอบชยและลาเวนเดอร์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ50 มีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อราสูงสุดที่ 45.9411 และ 8.6918 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ระดับความเข้มข้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ		
	เสม็ดขาว	อบเชย	ลาเวนเดอร์
ชุดควบคุม	0.0000	0.0000	0.0000
1.5625	> 90.0000	0.0000	0.0000
3.125	> 90.0000	0.0000	0.0000
6.25	> 90.0000	0.0000	0.0000
12.5	> 90.0000	20.7577	7.09442
25	> 90.0000	30.7096	7.5938
50	> 90.0000	45.9411	8.6918

4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมรเหยทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA

จากผลการทดลองในตารางที่ 7 นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 8 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 9 และรูปที่ 10 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้ทั้งหมดตั้งแต่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5625 ขึ้นไป และน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยและลาเวนเดอร์มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDAได้สูงสุดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5625 เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้สูงที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำ ดังนั้นระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งเชื้อรา และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งเชื้อราของอบเชยและลาเวนเดอร์ คือที่ระดับความเข้มข้นที่ร้อยละ 50 เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA สูงสุด

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจาก เสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	2	24049.96	12024.98	14.48^{ns}
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย	5	4205.51	841.10	1.01^{**}
ชนิดน้ำมันหอมระเหยและความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย	10	5249.47	524.95	0.63^{**}
ความคลาดเคลื่อน	73	60628.15	830.52	
ผลรวม	89	94133.10		

หมายเหตุ ** = นัยสำคัญ 0.05

ns = ไม่มีนัยสำคัญ

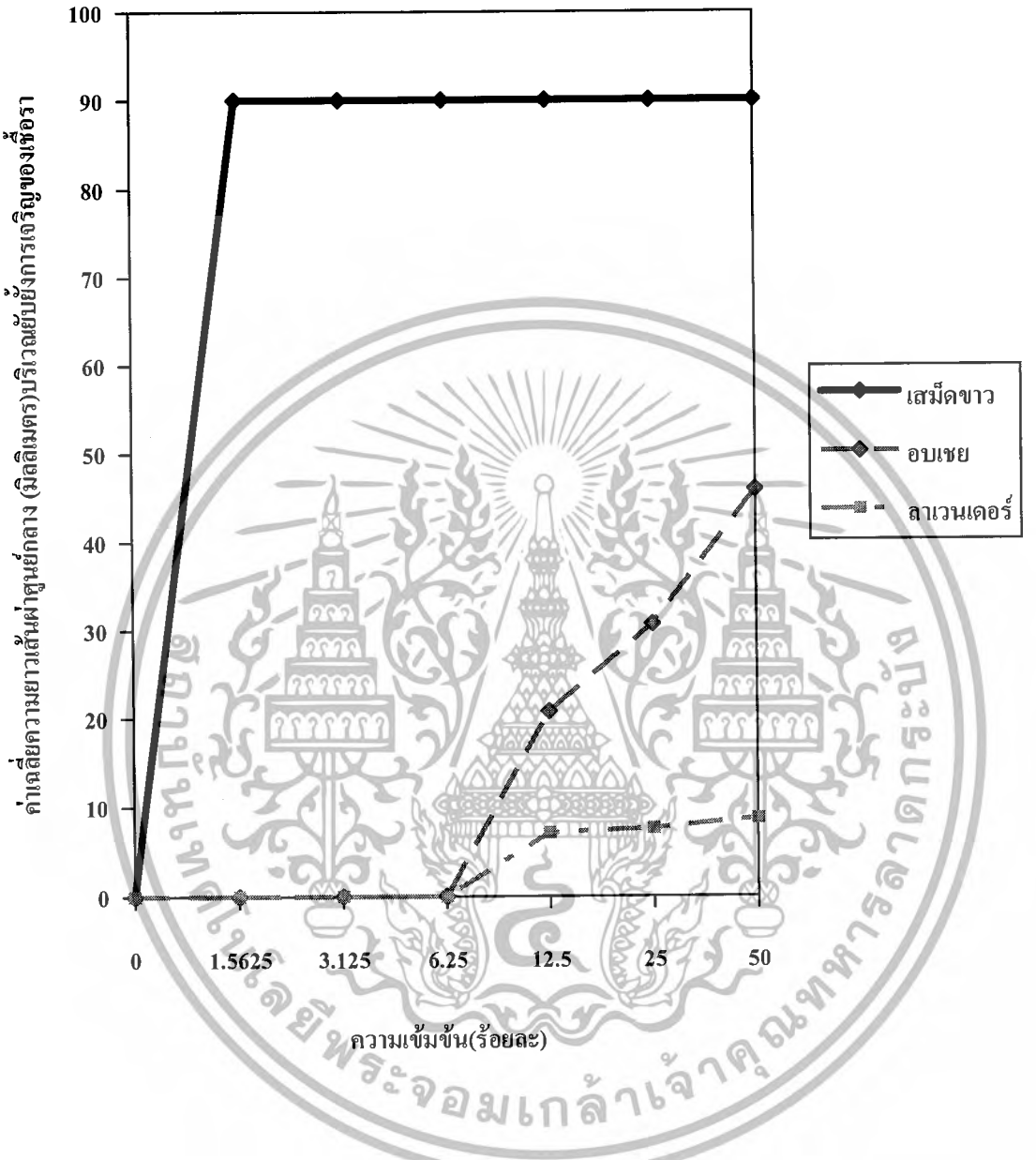
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ระดับความเข้มข้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญ		
	เสม็ดขาว	อบเชย	ลาเวนเดอร์
ชุดควบคุม	0.0000[b]	0.0000[d]	0.0000[c]
1.5625	> 90.0000[a]	0.0000[d]	0.0000[c]
3.125	> 90.0000[a]	0.0000[d]	0.0000[c]
6.25	> 90.0000[a]	0.0000[d]	0.0000[c]
12.5	> 90.0000[a]	20.7577[c]	7.09442[b]
25	> 90.0000[a]	30.7096[b]	7.5938[b]
50	> 90.0000[a]	45.9411[a]	8.6918[a]

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจาก เสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

เมื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50, 25, 12.5, 6.25, 3.125, 1.5625 และ0 (ชุดควบคุม) ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยบ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28วัน จากนั้นวัดผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยวัดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่10 พบว่าอิทธิพลในการยับยั้งเชื้อราจะมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้น โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 25 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ นานที่สุดถึง 28 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และพบว่าที่ความเข้มข้น 12.5 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราอย่างสมบูรณ์ นานถึง 7 วัน และที่ความเข้มข้น 6.25, 3.125 และ1.5625 ยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยมีค่าบริเวณยับยั้งการเจริญที่ 7 วัน เป็น 84.8296, 80.7766 และ78.3793 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

ระดับความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)			
	7	14	21	28
ชุดควบคุม	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50	> 90.0000	> 90.0000	> 90.0000	> 90.0000
25	> 90.0000	> 90.0000	> 90.0000	89.3491
12.5	> 90.0000	88.9490	85.1144	76.3832
6.25	84.8296	81.2699	74.5352	42.1678
3.125	80.7766	72.6085	54.973	8.9497
1.5625	78.3793	52.0633	29.7996	0.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการยับยั้งเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21, และ 28 วัน

จากผลการทดลองในตารางที่ 10 นำข้อมูลไปวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 11 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDAได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 12 และรูปที่ 11 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 25 มีอิทธิพลในการยับยั้งเชื้อราได้ 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ12.5, 6.25, 3.125 และ1.5625 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ระดับความเข้มข้นที่ดีที่สุดของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 และ25 เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ไม่แตกต่างกันได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

แหล่งความแปรปรวน	Df	SS	MS	F
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย	6	131067.11	21844.52	38012..69^{ns}
ระยะเวลา	3	17298.915	5766.30	10034.29^{ns}
ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและระยะเวลา	18	21052.17	1169.57	2035.23^{ns}
ความคลาดเคลื่อน	112	64.36	0.57	
ผลรวม	139	169482.56		

หมายเหตุ **= นัยสำคัญ 0.05

ns =ไม่มีนัยสำคัญ

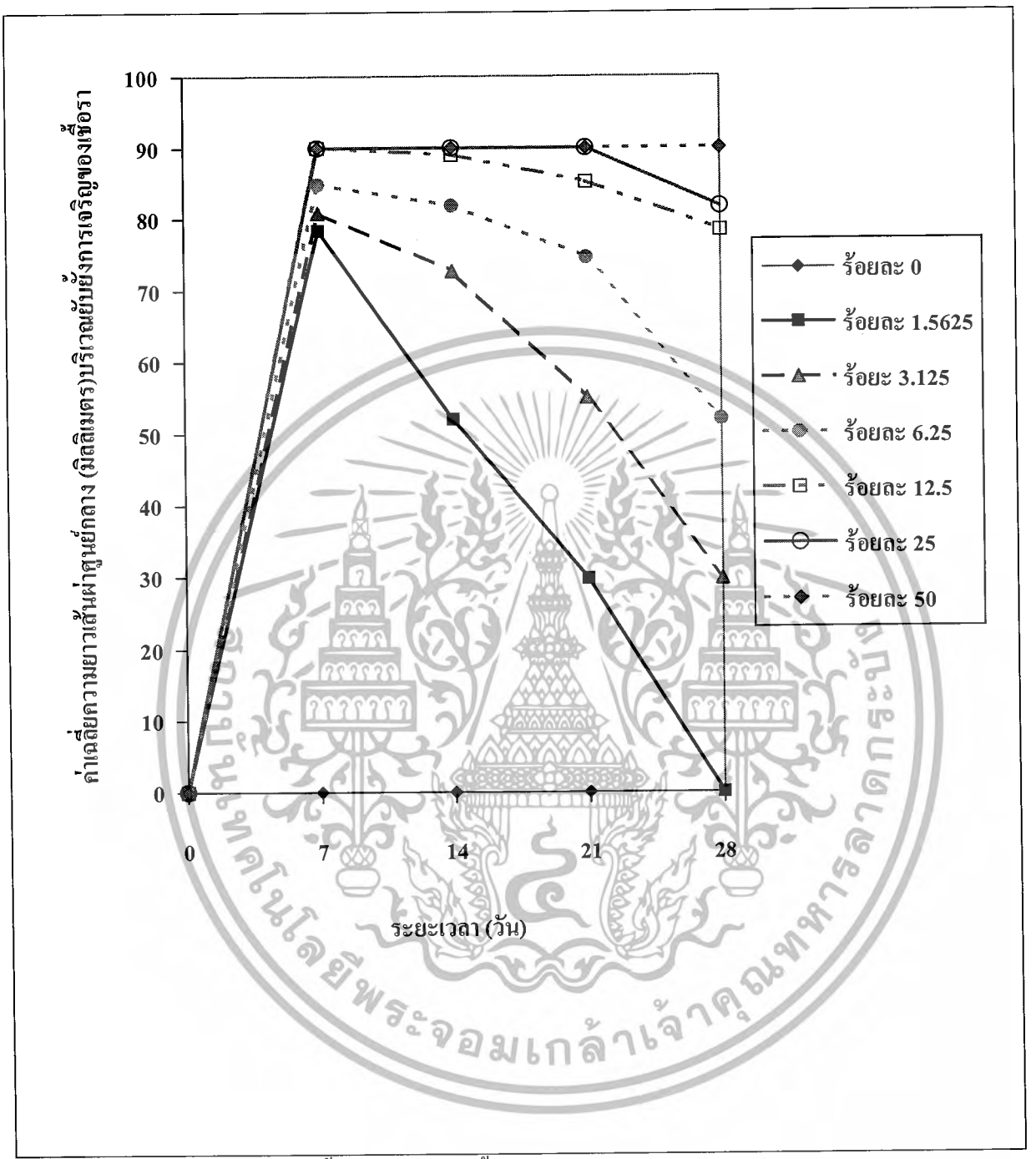
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหารPDAโดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

ระดับความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระยะเวลาการบ่ม (วัน)			
	7	14	21	28
ชุดควบคุม	0.0000^{e}	0.0000^{f}	0.0000^{f}	0.0000^{f}
50	> 90.0000^{a}	> 90.0000^{a}	> 90.0000^{a}	> 90.0000^{a}
25	> 90.0000^{a}	> 90.0000^{a}	> 90.0000^{a}	89.3491^{a}
12..5	> 90.0000^{a}	88.9490^{b}	85.1144^{b}	76.3832^{b}
6.25	84.8296^{b}	81.2699^{c}	74.5352^{c}	42.1678^{c}
3.125	80.7766^{c}	72.6085^{d}	54.973^{d}	8.9497^{d}
1.5625	78.3793^{d}	52.0633^{e}	29.7996^{e}	0.0000^{e}

หมายเหตุ ในแต่ละคอลัมน์ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 กราฟแสดงผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจาก เสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นระยะเวลา7, 14, 21 และ28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 16 ชนิด สรุปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยทั้ง 16 ชนิดมีน้ำมันหอมระเหยถึง 3 ชนิด คือ เสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDAแตกต่างกันอย่างน้อย 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด พบว่า เสม็ดขาวมีอิทธิพลต่อการยับยั้งเชื้อรามากที่สุด รองลงมาคือ อบเชย และลาเวนเดอร์ตามลำดับ จากงานวิจัยของ Mishar and Debey (1994); Pauli and Knobloch (1987) แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติการต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของน้ำมันหอมระเหยบางชนิด ได้แก่ *Thymus vulgaris* และ *Cymbopogon citratus* ซึ่งเป็นสมุนไพรที่ใช้กับอาหารตากแห้งในประเทศอัฟริกา สามารถต่อต้านจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอาหารได้ จากงานวิจัยของนันทวันและอรนุช (2542) ที่ศึกษาสมุนไพรพวก อบเชย ลาเวนเดอร์ โรสแมรี่ ว่านหางจระเข้ พบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์พวก ยีสต์ รา และแบคทีเรีย พิศวาส และทูติยโพธิ์ (2524) กล่าวว่าบริเวณขอบของบริเวณยับยั้งการเจริญที่ดีควรอยู่ระหว่าง 14 - 20 มิลลิเมตร เห็นได้ชัดเจนและเรียบ เพราะความผิดพลาดที่สำคัญในการทดลองนี้อยู่ที่สายตามนุษย์การตัดสินขอบของบริเวณยับยั้งการเจริญระหว่างพื้นที่สีตัดกัน

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว อบเชย และลาเวนเดอร์ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 1.5625, 3.125, 6.25, 12.5, 25 และ50 พบว่าเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญและเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้น พบว่าเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5625, 3.125, 6.25, 12.5, 25 และ50 มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกัน ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA คือที่ระดับความเข้มข้น 1.5625 เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้ดีในระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด อบเชยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ12.5, 25 และ50 มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ50 มีอิทธิพลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 25 และ12.5 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้นร้อยละ6.25, 3.125, 1.5625 และชุดควบคุม ไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยคือ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 ลาเวนเดอร์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ6.25และ50 มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกัน ส่วนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ12.5 และ25 ไม่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ50 มีอิทธิพลการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 25, 12.5 และ6.25 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ1.5625, 3.125 และชุดควบคุม ไม่แตกต่างกันโดยไม่มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยคือ ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50

Nguefack และคณะ2004 ศึกษาน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิด ที่สกัดได้จาก *Cymbopogon citratus* , *Monodora myristica* , *Ocimum gratissimum* , *Thymus vulgaris* และ *Zingiber officinale* มาทดสอบเพื่อใช้ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ต้านทานการเน่าเสียของอาหาร และการผลิตสารพิษของเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *Fusarium moniliforme*, *A. flavus* และ *A. fumigatus* เชื้อราแต่ละชนิดจะใช้ทั้งหมด 5 สายพันธุ์มาทำการทดสอบและนำเทคนิค agar diffusion มาใช้เป็นวิธีการทดสอบหาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดและปริมาณที่ใช้มีการตอบสนองต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ ซึ่งสังเกตได้จากรัศมีการเจริญของเชื้อรา น้ำมันหอมระเหยที่ได้จาก *Ocimum gratissimum* ที่ความเข้มข้น 800 พีพีเอ็ม, *Thymus vulgaris* ที่ความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม และ *Cymbopogon citratus* ที่ความเข้มข้น 1,200 พีพีเอ็ม มีผลในการยับยั้งมากที่สุดและป้องกันการงอกและการเจริญของเชื้อราทั้ง 3 ชนิดที่เลี้ยงบนอาหาร corn meal agar

จากการศึกษาผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 1.5625, 3.125, 6.25, 12.5, 25 และ50 บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้น พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 25 และ50 มีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ไม่แตกต่างกัน รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 12.5, 6.25, 3.125 และ1.5625 ตามลำดับโดยอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDAของน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวคือ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความเข้มข้นร้อยละ 25 เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้ดีในระดับความเข้มข้นที่ต่ำที่สุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA ได้อย่างสมบูรณ์เป็นระยะเวลานานถึง 28 วัน Montes – Belmont and Carvajai (1998) ศึกษาการยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* ในเมล็ดพืชโดยใช้น้ำมันหอมระเหย 11 ชนิด โดยศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการป้องกันเมล็ดธัญพืช และศึกษาองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยรวมถึงสารตกค้างและความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหย พบว่า Thymol (น้ำมันหอมระเหยจากThyme) และ o - methoxycinnamaldehyde สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราในเมล็ดธัญพืชได้ โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 3 - 8 เปอร์เซ็นต์ และสารนี้ยังคงตรวจพบใน 4 สัปดาห์ ซึ่งตกค้างอยู่ในธัญพืช แต่พบว่าไม่เป็นพิษต่อพืช

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าในจำนวนน้ำมันหอมระเหย 16 ชนิด ที่นำมาทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซินได้นั้น พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาว มีประสิทธิภาพดีที่สุด ควรมีการนำเสม็ดขาวมาศึกษาต่อดังนี้

1. หาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน
2. ทดสอบประสิทธิภาพกับเชื้อราตัวอื่นๆ ที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน
3. ทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการสร้างสารอะฟลาทอกซินในผลิตผลทางการเกษตร
4. ทดสอบความเป็นพิษของเสม็ดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

คมกริช พิมพ์ภักดี, บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล, สรรเพชญ อังกิติตระกูล และจรีรัตน์ เอี่ยมสะอาด. 2545. **การศึกษาสารดูดซับทางการค้าในการดูดซับสารพิษอะฟลาทอกซินบี1** วารสารวิจัยมหาวิทยาลัย ขอนแก่น. 7(2) : 45.

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์. 2540. **โรคถั่วลิสง.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤมล มงคลธนวัฒน์. 2545. **การยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* โดยน้ำมันตะไคร้หอม.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2539. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 1 กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2541. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 2 กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 3 กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน.** เล่ม 4,5 กรุงเทพฯ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

พรทิพย์ ชมพูมิ่ง. 2536. **การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเครื่องเทศควบคุม *Aspergillus flavus* Link. และสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดภายในสภาพในโรงเก็บ.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ. 2545. **สุคนธบำบัด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่ : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, สุนทร ดุริยะประพันธ์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ตันพานิช, ชลธิชา นิวาส ประกฤติ และปรียานันท์ ศรสูงเนิน. 2544. **ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : สหมิตรพริ้นท์ติ้ง.

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

รังว่าน อินทุใส, ธวัชชัย อินทุใส และ รัชนัย อินทุใส. 2544. **ว่าน ยา – เสน่ห์มหามงคล.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.

รังสรรค์ เนียมสนิท. 2541. **การวางแผนการทดลอง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศผสมสมุนไพร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บางกอกน้อย กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วรรณลดา สุนันทพงษ์ศักดิ์, ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์, อุดม ภู่พิพัฒน์, พิทยา ลิ่มทอง, ประโสด ธรรมเขต, เสียงแจ้ว, พิริยพฤนต์, ประชุม จุฑาวรรธนะ และประวัติ ต้นบุญเอก. 2548. **อิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อการเกิดสารอะฟลาทอกซินของเชื้อรา.** [online]. Available : http://www.ldd.go.th/ORDweb/ORD_WebCore47/AbsT/A229.htm

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. [ม.ป.ป.] **สรรสาระมาเล่า ชุดตรวจหาสารพิษจากเชื้อรา อะฟลาทอกซิน.** [online]. Available : http://rde.biotec.or.th/present.htm

สถาบันการแพทย์แผนไทย. [ม.ป.ป.] **กระชายดำ.** [online]. Available : http://www.dtam.moph.go.th

สมสุข มัจฉาชีพ. 2534. **พืชสมุนไพร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทรุ่งศิลป์การพิมพ์ (1997) จำกัด.

สุกันยา เพ็ญทะเล และ สันทนา พุ่มพวง. 2539. **ผลของไคโตแซนที่มีต่อการเจริญและการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในปลายข้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเหล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุกัญญา กองเงิน, ชูทิพย์ ชนะเสนีย์, นันทวรรณ สโรบล และ สมศักดิ์ สุริโย. [ม.ป.ป.]. **คู่มือวิชการเรื่องอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทนิวธรรมดาการพิมพ์ (ประเทศ) จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ดอกหญ้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนงค์ บิณฑวิหค และ ดานิศ ทวัติยานนท์. 2545. สารพิษอะฟลาทอกซินและเมตาโบไลท์ตกค้างในเนื้อเยื่อไก่จาก 5 ภาค (10 จังหวัด) ของประเทศไทย. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 16(1) : 37-50.

อนงค์ บิณฑวิหค. 2546 .**สารพิษจากเชื้อรา : อะฟลาทอกซิน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิษฐา ช่างสุพรรณ. 2548. **อะฟลาทอกซินในผลิตผลทางการเกษตร.** [online]. Available. htpp://www.dss.go.th/dssweb/st-article/files/bsp_1_2548.aflatoxin.pdf

Bintvihok, A. 1995. **Toxicological Study on Aflatoxin Intoxication in Domestic Fowls**. Degree of Doctor of Philosophy in Veterinary Medical Science, University of Tokyo, Japan.

Eaton, D. L., and Groopman, J.D. 1994. **The Toxicology of Aflatoxin**. London : Academic Press Inc.

Herbs in Christmas tradition. 2004 – 2005. [Online]. Available : http://www.valentine.gr/christmas_herbs2_en.htm

Lavender essential information. 2004. [Online]. Available : http://www.essentialoils.co.za

Lawless, J. 1992. **The Encyclopaedia of Essential Oils.** Droset : Element Books Limited.

Lorian, V. ed.1986. **Antibiotics in Laboratory Medicine.** Williams and Wilkins

Lui,R.,Thanaboripat D., and Thanasukon P. 2004. Biocontrol of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. **KMITL Science Journal**. 4(1) : 238 – 250.

Mishar, AK. and Dubey, NK. 1994. Evaluation of some essential oil for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. **Applied and Environmental Microbiology**. 60 (4) : 1101 - 1105.

Montes – Belmont, R. and Carvajal, M. 1998. Control of *Aspergillus* in mize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Processing**. 61 : 616 – 619.

Nguefack, J., Leth, V.,Amvam Zollo , P.H. and Mathur, S.B. 2004. Evalution of five essential oil from aromatic plants of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi**. International Journal of Food Microbiology**. 94 : 329-334.

Pauli, A., Knobloch, K. 1987. Inhibitiory effects of essential oil components on growth of food-contamining fungi. **Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung.** 185 : 10-13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stonsavopak, S., Wattanasirithan, L., and Shuvisitkul, A. 2003. Antiaflatoxigenic effect of lactic acid bacteria isolated from some Thai fermented foods. **Kasetsart Journal (Natural Science).** 37 : 65-71.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

ชนิดของน้ำมันหอมระเหย	ซ้ำ	ระดับความเข้มข้น(ร้อยละ)					
		1.5625	**3.125**	**6.25**	**12.5**	**25**	**50**
เสม็ดขาว	1	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000
	2	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000
	3	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000
	4	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000
	5	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000	90.0000
อบเชย	1	0.0000	0.0000	0.0000	20.9910	32.8825	50.7500
	2	0.0000	0.0000	0.0000	21.5813	31.1164	49.0010
	3	0.0000	0.0000	0.0000	22.4115	30.4410	46.4311
	4	0.0000	0.0000	0.0000	19.7883	29.3667	42.2121
	5	0.0000	0.0000	0.0000	19.0162	29.7412	41.3115
ลาเวนเดอร์	1	0.0000	0.0000	0.0000	7.7031	8.009	9.4581
	2	0.0000	0.0000	0.0000	7.3284	7.3320	8.2461
	3	0.0000	0.0000	0.0000	7.3310	8.5105	8.5443
	4	0.0000	0.0000	0.0000	6.3214	7.0016	9.3286
	5	0.0000	0.0000	0.0000	6.7882	7.1160	7.8851

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร) บริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหยจากเสม็ดขาวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่บ่มเป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ28 วัน

ระยะเวลาการบ่ม(วัน)	ซ้ำ	ระดับความเข้มข้น(ร้อยละ)					
		1.5625	3.125	6.25	12.5	25	50
7	1	79.4456	83.1663	85.1163	90.0000	90.0000	90.0000
	2	78.3224	80.3224	84.9316	90.0000	90.0000	90.0000
	3	77.9872	81.3451	85.3323	90.0000	90.0000	90.0000
	4	78.3567	78.4822	84.7889	90.0000	90.0000	90.0000
	5	77.7846	80.5671	83.9787	90.0000	90.0000	90.0000
14	1	51.3843	72.4581	80.0032	89.1732	90.0000	90.0000
	2	53.0472	73.5600	82.1659	87.9953	90.0000	90.0000
	3	52.1359	71.9313	83.0004	89.9321	90.0000	90.0000
	4	53.0071	72.0511	81.0567	88.7630	90.0000	90.0000
	5	50.7422	73.0148	80.1235	88.8818	90.0000	90.0000
21	1	31.7110	55.5328	75.0081	85.4131	90.0000	90.0000
	2	30.4198	54.6332	73.4321	84.5792	90.0000	90.0000
	3	29.5398	53.9980	73.5933	83.9009	90.0000	90.0000
	4	27.6565	55.7332	74.1881	86.1433	90.0000	90.0000
	5	29.6708	54.9778	76.4607	85.5354	90.0000	90.0000
28	1	0.0000	10.3221	42.1667	76.0010	90.0000	90.0000
	2	0.0000	6.7750	40.8765	75.6100	89.9013	90.0000
	3	0.0000	9.0303	41.9341	76.3214	88.9932	90.0000
	4	0.0000	8.9009	42.1112	77.1331	89.9913	90.0000
	5	0.0000	9.7201	45.8003	76.8503	88.7613	90.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข – 1 กระชายดำ

ที่มา : สถาบันการแพทย์แผนไทย, ม.ป.ป.

กระชายดำ

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Kaempferia parviflora* Wall. Ex Baker

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

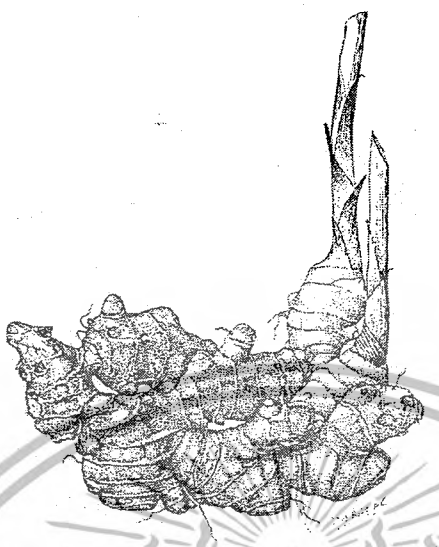
ชื่อสามัญ กระชายดำ

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ต้นและหัวเป็นพันธุ์ไม้ล้มลุกที่มีลำต้นใต้ดินแบบไรโซม (rhizome) ลักษณะเป็นแง่งหรือเหง้า มีความสูงประมาณ 90 เซนติเมตร ส่วนที่งอกออกจากลำต้นเป็นแกนแข็ง มีกาบหรือโคนใบหุ้ม กาบใบมีสีแดงเจือจางเล็กน้อยและหนาอวบ หัวคล้ายกระชายแต่ใหญ่กว่า เนื้อในมีสีม่วงออกดำสนิท หัวมีลักษณะเป็นปุ่ม ๆ ไม่ยาว กลิ่นหอม ใบเนื้อละเอียด ลักษณะใบรูปรี ปลายใบเป็นติ่งเหลม โคนใบมนหรือรูปติ่งหู ขอบใบเรียบเป็นคลื่นเล็กน้อย ขอบใบโดยรอบจะมีแถบเล็ก ๆ สีแดงใส เส้นแขนงใบนูน (รังว่าน,ธวัชชัย และรัชนัย 2544)

สารเคมีที่พบ borneol, sylvestrene, 5,7- dimethoxyflavone, สารพวกฟลาโวนอยด์ 9 ชนิด เช่น สาร 5,7,4 - trimethoxyflavone, 5,7,3,4 - tetramethoxyflavone , 3,5,7,4 – tetramethoxyflavone

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ฤทธิ์ต้านอักเสบ ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ฤทธิ์ขยายหลอดเลือดแดง (สถาบันการแพทย์แผนไทย, ม.ป.ป.)

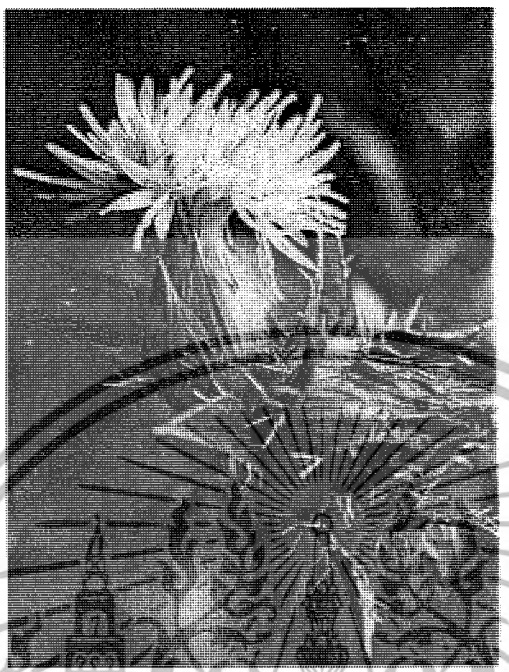
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 2 ขิง
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2539

ขิง (นันทวันและอรนุช 2539)
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zingiber officinalis* Roscoe
ชื่อวงศ์ Zingiberaceae
ชื่อสามัญ ขิงแกลง ขิงแดง ขิงเผือก สะเอ Ginger
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าใต้ดินขึ้นเป็นกอ แทงหน่อใหม่ออกทางด้านข้าง ด้านนอกสุด เหง้าหรือลำต้นแท้จะเป็นข้อ ๆ เนื้อในสีขาวหรือเหลืองอ่อน สุดของข้อจะเป็นยอดหรือต้นเทียม สูงพ้นพื้นดินขึ้นมา 50 - 100 เซนติเมตร ลำต้นเทียมมีกาบหรือโคนใบหุ้ม ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกันเป็นสองแถว ใบรูปหอกเกลี้ยง ๆ หลังใบห่อจีบเป็นรูปรางน้ำ ปลายใบสอบเรียวแหลม โคนใบสอบแคบและจะเป็นกาบหุ้มลำต้นเทียม ตรงช่วงต่อระหว่างกาบกับตัวใบจะหักโค้งเป็นข้อศอก ดอกสีขาว ออกเป็นช่อรูปเห็ดหรือกระบองซึ่งแทงขึ้นมาจากเหง้า ทุก ๆ ดอกมีกาบสีเขียวปนแดงรูปโค้ง ๆ ห่อรองรับกลีบดอกและกลีบเลี้ยงมีอย่างละ 3 กลีบ อุ้มน้ำและหลุดร่วงไว โคนกลีบดอกม้วนห่อ ส่วนปลายกลีบผายกว้างออก เกสรผู้มี 6 อัน ผลกลมแข็งโต
สารเคมีที่พบ Gingerin, gingenol, gingcrone, zingiberine, linalool, camphene, phellandrene, citral, cineol, borneol, acetaldehyde, eugenol
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ลดคลอเลสเตอรอลในเลือด ลดไขมันในเลือดลดไข้ ยับยั้งการวิงเวียน แก้คลื่นไส้ แก้อาเจียน ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านยีสต์ ต้านไวรัส (Lawless, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 3 คำฝอย
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2539

คำฝอย

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Carthamus tinctorius*

ชื่อวงศ์ Compositae

ชื่อสามัญ American thistle, False saffron, Safflower

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุก ลำต้นเป็นสัน เกลี้ยง ใบเป็นใบเดี่ยว ไม่มีก้านหรือก้านใบสั้น เรียงสลับ รูปวงรี ขอบขนานหรือรูปใบหอก ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ปลายใบเป็นหนามแหลม ดอกเป็นช่อออกที่ปลายยอด มีดอกย่อยขนาดเล็กจำนวนมาก กลีบดอกมีสีเหลืองเมื่อแรกออก แล้วเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้ม ใบประดับแข็งเป็นหนามรองรับช่อดอก ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก เมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยมขนาดเล็กสีขาว

สารเคมีที่พบ Acacetin, adenosine, cinnamic acid

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านยีสต์ ต้านไวรัส ต้านจุลชีพในพืช (นันทวันและอรนุช, 2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข – 4 ดาวเรือง
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2541

ดาวเรือง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tagetes erecta*

ชื่อวงศ์ Compositae

ชื่อสามัญ African marigold, Marigold

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุก สูง 15 - 60 เซนติเมตร ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้าม ใบย่อยรูปวงรี ขอบใบหยักฟันเลื่อย ดอกช่อออกที่ปลายกิ่ง ดอกย่อยมี 2 ลักษณะ คือ ดอกไม่สมบูรณ์เพศอยู่รอบนอกจำนวนมากสีเหลืองหรือเหลืองส้ม ลักษณะคล้ายลิ้นบานแผ่ออก ซ้อนกันหลายชั้น ปลายม้วนลง ดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะเป็นหลอดเล็ก ๆ จำนวนมาก รวมกลุ่มอยู่บริเวณกลางช่อดอก ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก

สารเคมีที่พบ Ascorbic acid, benzoic acid, geraniol, linalool, linalool acetate, α-pinene, β-pinene

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ฆ่าแมลง เพิ่มการบีบตัวของของหลอดเลือด ต้านไวรัส (นันทวันและอรนุช, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข – 5 ไทม์

ที่มา : Lawless, 1992

ไทม์ (นันทวันและอรนุช 2539)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Thymus vulgaris*

ชื่อวงศ์ Lamiaceae

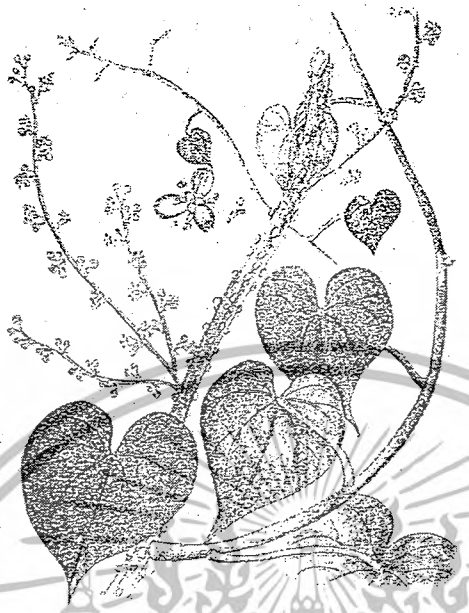
ชื่อสามัญ *T. aestivus, T. ilerdensis, T. webbianus, T. valentianus*, French thyme, garden thyme, red thyme (oil), white thyme (oil)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นประเภทไม้พุ่มเตี้ย สูงประมาณ 45 เซนติเมตร แตกกิ่งก้านสาขามากมาย มีใบรูปไข่สีเขียวขุ่น ๆ และมีดอกสีม่วงซีด ๆ หรือสีขาว

สารเคมีที่พบ Thymol, carvacrol, cymene, terpinene, camphene, borneol, linalol

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา รักษาโรคไขข้อ แก้อาการพิษ บำรุงประสาท ยาถ่ายพยาธิ ยาขับปัสสาวะ ยาขับระดู ช่วยเจริญอาหาร บรรเทาอาการไอ ใช้ห้ามเลือด ช่วยขับเหงื่อ (Lawless, 1992)

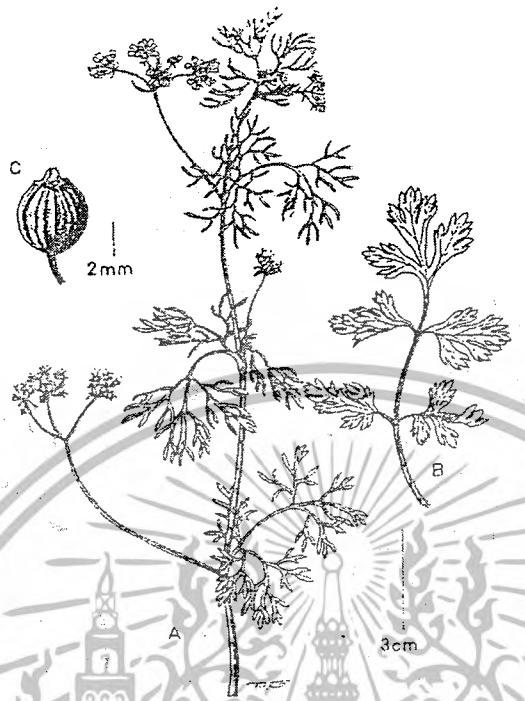
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 6 บอระเพ็ด
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2541

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tinospora crispa*
ชื่อวงศ์ Menispermaceae
ชื่อสามัญ เครือเขาฮอ จุ่งจิง เจตมูลหนาม เถาหัวด้วน หางหนู
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้เถา ลำต้นมีตุ่มปมทั่วไป ขึ้นเกาะเกี่ยวตามต้นไม้ มักมีรากอากาศคล้ายเชือกเส้นเล็กห้อยย้อยลงมาเป็นสาย ใบเป็นใบเดี่ยว รูปใบพลูหรือรูปหัวใจ ค่อนข้างกลม โคนใบหยักเว้าลึก ปลายใบหยักคอดเป็นติ่งสั้น ๆ มีขนประปลาย ขอบใบเรียบ ดอกเล็ก สีเหลืองอ่อน ออก รวมกันเป็นช่อตามปมของลำต้น ทั้งกลีบดอกและกลีบรองกลีบดอกมีอย่างละ 6 กลีบ ผลกลมรี มีเนื้อเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ด
สารเคมีที่พบ Annonine, berberine, ceryl alcohol, choline, palmatine
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ลดน้ำตาลในเลือด เร่งการหลั่งอินซูลิน แก้ปวด ลดอาการอักเสบ ลดไข้ เพิ่มความดันโลหิต กระตุ้นกล้ามเนื้อเรียบ ผลต่อโครโมโซม เป็นพิษต่อปลา ต้านแบคทีเรีย ต้านมาลาเรีย ไล่แมลงฆ่าด้วงถั่วเขียว (นันทวันและอรนุช, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 7 ผักชี

ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2542

ผักชี

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Coriandrum sativum* .

ชื่อวงศ์ Umbelliferae

ชื่อสามัญ ผักหอม ผักหอมน้อย ผักหอมป้อม ผักหอมผอม Coriander

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุกฤดูเดียว ทุกส่วนมีกลิ่นหอม ลำต้นเรียวยาว สูง 10 - 40 เซนติเมตร ใบประกอบแบบขนนกสามชั้น ใบย่อยเป็นเส้นฝอย ดอกช่อแบบซี่ร่มสองชั้น ออกที่ปลายยอดและซอกกิ่ง ดอกย่อยสีขาวหรือขาวแกมชมพู ผลแห้งรูปไข่แกมทรงกลมสีน้ำตาลอ่อน แยกเป็น 2 ฝา

สารเคมีที่พบ alanine, camphene, camphor, terpinen-4-ol, thymol

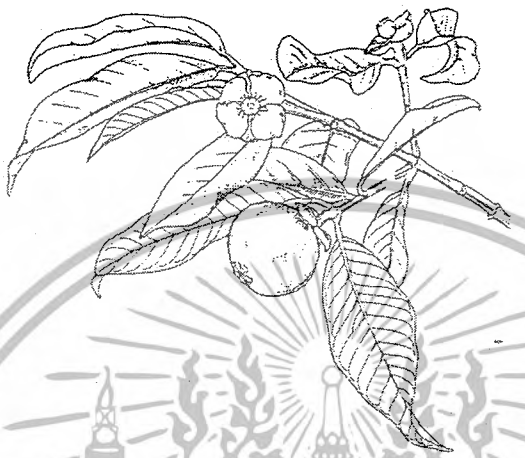
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อราพืช ต้านยีสต์ (นันทวันและอรนุช, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข – 8 พริกไทย
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2542

พริกไทย
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Piper nigrum*
ชื่อวงศ์ Piperaceae
ชื่อสามัญ Pepper, White pepper, Black pepper, Pepper Corn
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้เถาเลื้อยเนื้ออ่อนยืนต้น ต้องเกาะยึดติดกับค้าง โดยรากเล็ก ๆ ที่เจริญออกมาตามข้อของลำต้นที่เรียกว่า รากตีนตุ๊กแกหรือมือตุ๊กแก ขณะที่ต้นพริกไทยยังมีอายุน้อยอยู่เปลือกลำต้นจะมีสีเขียว แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ลำต้นมีข้อและปล้องเห็นได้ชัดเจน บริเวณข้อมักจะมีลักษณะโป่งออก ทำให้มีขนาดใหญ่กว่าส่วนของลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เกิดสลับกันตามข้อของลำต้นและกิ่งแขนง ใบมีรูปร่างแบบรูปไข่ โคนใบใหญ่ ลักษณะใบคล้ายใบพลู ผิวใบเรียบ ผิวใบด้านบนเป็นมัน ดอกมีลักษณะเป็นช่อ ไม่มีก้านดอก ในแต่ละช่อดอกมีดอกย่อยประมาณ 150 ดอก ช่อดอกขณะอ่อนอยู่จะมีสีเหลืองอมเขียว เมื่อแก่จะมีสีเขียวและปลายช่อดอกจะห้อยลงดิน ผลมีลักษณะค่อนข้างกลม ผลอ่อนจะมีสีเขียวและสีจะเข้มขึ้นตามอายุของผล ผลแก่สุกเต็มที่จะมีสีส้มหรือสีแดง เมื่อผลแห้งจะเป็นสีดำ เมล็ดจะมีสีขาวนวล มีลักษณะแข็ง รูปร่างค่อนข้างกลม เมล็ดมีกลิ่นฉุนและมีรสเผ็ด
สารเคมีที่พบ Piperine, chavicine
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เป็นยาธาตุและยาขับลม (รุ่งรัตน์, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 9 มังคุด
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2542

มังคุด

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana*

ชื่อวงศ์ Guttiferae

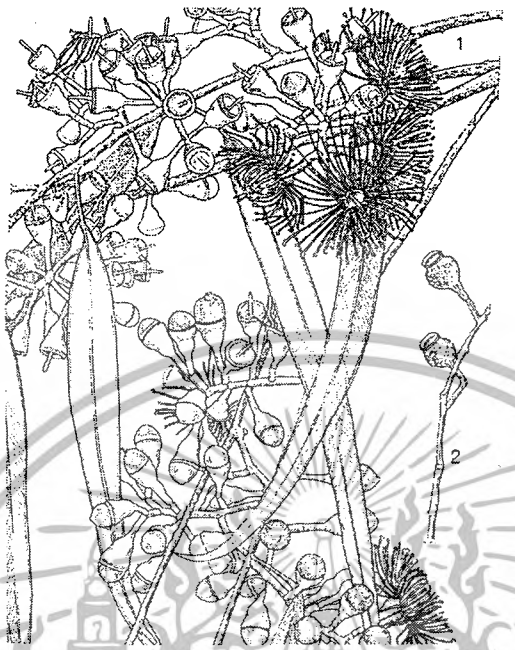
ชื่อสามัญ Mangosteen

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นสูง 10 - 12 เมตร ทุกส่วนมียางสีเหลือง ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่หรือรูปวงรีแกมขอบขนาน กว้าง 6 - 11 เซนติเมตร ยาว 15 - 25 เซนติเมตร เนื้อใบหนาและค่อนข้างเหนียวคล้ายหนัง หลังใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบสีอ่อนกว่า ดอกเดี่ยวหรือเป็นคู่ ออกที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง สมบูรณ์เพศหรือแยกเพศ กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดงฉ่ำน้ำ ผลเป็นผลสด ค่อนข้างกลม

สารเคมีที่พบ Betulin, Garcinia mangostana xanthone, gartanin, α-terpineol

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ต้านเชื้อราที่ก่อโรคพืช แก้ท้องเดิน ลดการอักเสบ ลดการเกิดแผลในทางเดินอาหาร จับกับอนุมูลอิสระ ต้านออกซิเดชัน ต้านมะเร็ง (นันทวันและอรนุช, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 10 ยูคาลิปตัส
ที่มา : พีรศักดิ์และคณะ, 2544

ยูคาลิปตัส

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eucalyptus globules*

ชื่อวงศ์ Myrtaceae

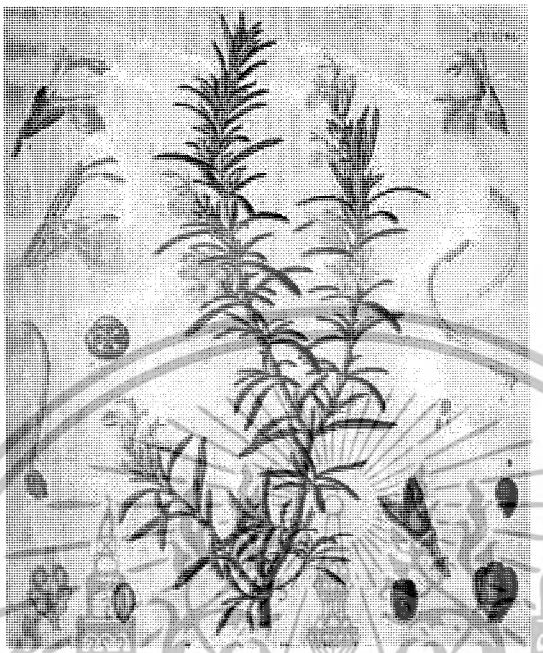
ชื่อสามัญ Gum tree, Southern blue gum, Tasmanian blue gum, Fever tree, Stringy bark

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เปลือกเรียบร่อนง่าย คล้ายต้นฝรั่ง สูงประมาณ 10 - 20 เมตร ใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปใบหอกโค้ง กว้าง 2 - 4 เซนติเมตร ยาว 15 - 20 เซนติเมตร เนื้อใบหนาและเหนียว ผิวใบมีนวลแป้งสีขาว ดอกช่อเป็นกระจุกที่ซอกใบ กลีบดอกสีขาวนวล ร่วงง่าย ผลแห้งมีลิ้นเปิดได้

สารเคมีที่พบ ส่วนใหญ่เป็นน้ำมันหอมระเหย cineol, citral, citronellal, borneol, daucosterol, eudesmol, eugolbal, fixed oil, geraniol, isoamyl alcohol, phenol, terpiinene, limonene, pinene, cymnene

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เป็นยาธาตุ ขบเสมหะ ขับปัสสาวะ แก้ติดเชื้อ แก้ฟกช้ำ ฆ่าพยาธิ ฆ่าแมลง ต้านการอักเสบ มีสารทำให้พืชทนต่อแมลง (Lawless, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 11 โรสแมรี่

ที่มา : http://www.valentine.gr/christmas_herbs2_en.htm

โรสแมรี่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Rosemarinus officinalis*

ชื่อวงศ์ Labiatae (Lamiaceae)

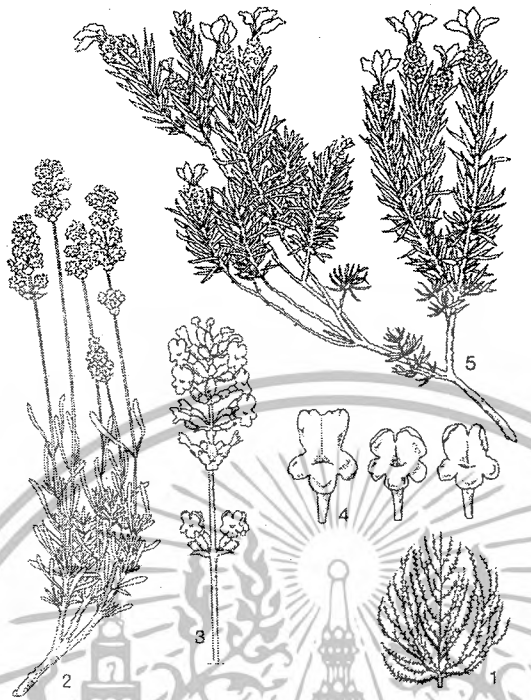
ชื่อสามัญ Rosemary

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้พุ่มไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 1.5 เมตร ใบมีลักษณะคล้ายเข็ม มีสีเขียว และดอกมีสีม่วง มีต้นกำเนิดแถบเอเชีย ปัจจุบันสามารถเพาะปลูกได้ในประเทศฝรั่งเศส ตูนีเซีย ยูโกสลาเวีย

สารเคมีที่พบ Borneol, Bornyl acetate, Camphor, Cineole, Camphene, Pinene

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านจุลินทรีย์ คลายกล้ามเนื้อ เป็นยาขับลมในกระเพาะ ยาช่วยย่อยในกระเพาะอาหาร เป็นยาขับปัสสาวะ เป็นยากล่อมประสาท (http://www.essentialoils.co.za)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 12 ลาเวนเดอร์
ที่มา : พีรศักดิ์และคณะ, 2544

ลาเวนเดอร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lavandula officinalis, L. angustifolia, L. spica, L. vera*

ชื่อวงศ์ Labiatae (Lamiaceae)

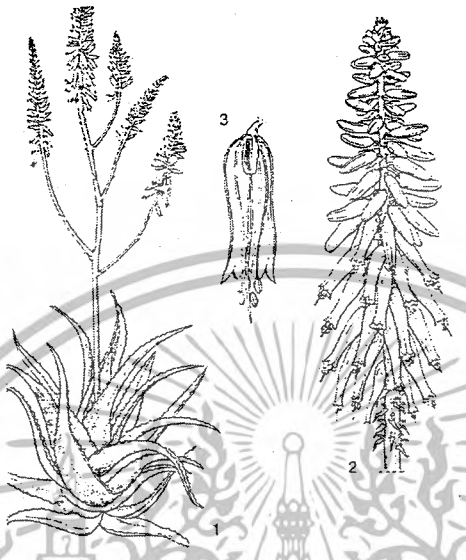
ชื่อสามัญ Lavender

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ เป็นไม้พุ่มไม่ผลัดใบ สูงประมาณ 1 เมตร ใบมีลักษณะแคบยาวมีสีเขียว มีดอกสีม่วงสวยงามซึ่งติดกับก้านดอก มีเพียงไม่กี่ชนิดที่เจริญได้ในแถบเมดิเตอร์เรเนียน

สารเคมีที่พบ Borneol, Geraniol, Linalool, Lavendulyl acetate, Linalyl acetate, Cineol

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านจุลินทรีย์ เป็นยาขับลมในกระเพาะ ยาขับปัสสาวะ ยาขับระดู ยากล่อมประสาท บรรเทาอาการปวด คลายกล้ามเนื้อ ต้านพิษ ระงับอาการอักเสบ ยาดับกลิ่น ยาฆ่าแมลง (http://www.essentialoils.coza)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 13 ว่านหางจระเข้
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2543

ว่านหางจระเข้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aloe vera*

ชื่อวงศ์ Aloaceae

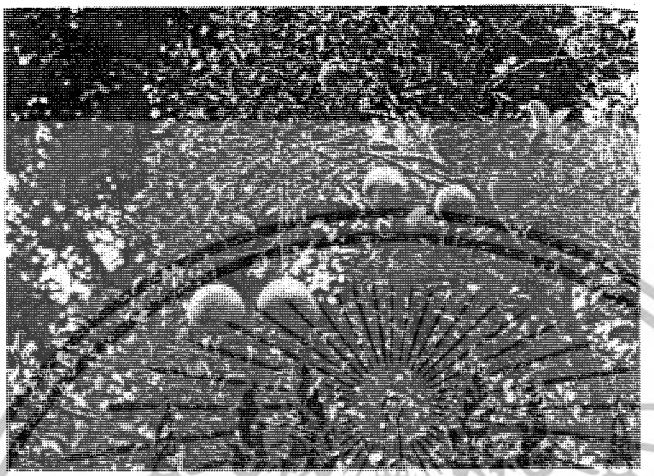
ชื่อสามัญ Aloin, Barbados aloe, Crocodile's tongue, Mediterranian aloe, Jafferabad, Star cactus, True aloe

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุก อายุหลายปี สูง 0.5 - 1 เมตร ข้อและปล้องสั้น ใบเดี่ยว เรียงรอบต้น กว้าง 5 - 12 เซนติเมตร ยาว 30 - 80 เซนติเมตร อวบน้ำมาก สีเขียวอ่อนหรือเขียวเข้ม ภายในมีวุ้นใส ใต้ผิวสีเขียวมีน้ำยางสีเหลือง ใบอ่อนมีประสีขาว ดอกช่อ ออกจากกลางต้น ดอกย่อยเป็นหลอดห้อยลง สีส้ม บานจากล่างขึ้นบน ผลเป็นผลแห้ง แตกได้

สารเคมีที่พบ Acemannan, aloe barbendon, elgonica dimer A

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา แก้ปวด แก้ไข้ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ยับยั้งเชื้อมัยโคแบคทีเรีย ต้านยีสต์ ยับยั้งเชื้อรา ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร รักษาแผลไหม้ ต้านไวรัส ต้านมะเร็ง ยับยั้งการจับกลุ่มของเซลล์มะเร็ง (นันทวันและอรนุช, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข – 14 ส้มโอ
ที่มา : สมสุข, 2534

ส้มโอ
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus maxima*
ชื่อวงศ์ Rutaceae
ชื่อสามัญ Pummelo
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 8 เมตร ใบเดี่ยว รูปมนรี ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ดอกเดี่ยวหรือออกเป็นช่อตามง่ามใบ กลีบดอก 4 กลีบ สีขาว ผลกลมโต เปลือกหนา มีต่อมน้ำมันมาก
สารเคมีที่พบ ผลมีพวกแครอทีนอยด์ วิตามินบี1 บี2 ซี แคลเซียม เหล็ก น้ำตาล คลอไรด์ น้ำมันหอมระเหยมีพวก naringin, poncirin, naringenin – 4 – glucoside – 7 – neohesperidoside, neohesperidin
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา แก้ท้องอืดแน่น ตำพอกศีรษะแก้ปวดหัว ขับเสมหะ ขับลม เจริญอาหาร ไส้เลื่อน ต้มน้ำอาบแก้คัน แก้ปวดท้อง แก้หวัด แก้ไอ ปวดกระเพาะอาหาร (สมสุข, 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข – 15 เสม็ดขาว

ที่มา : http://www.dnp.go.th/MF CD21/working-unit

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Melaleuca cajeputi*

ชื่อวงศ์ Myrtaceae

ชื่อสามัญ *M. minor*, cajuput, white tea tree, white wood, swamp tea tree, punk tree, paperbark tree

ลักษณะทางพฤษศาสตร์ ต้นมีขนาดสูงได้ถึง 30 เมตร มีใบหนา ดอกสีขา ลำต้นสีออกขาว ๆ เปลือกจะหลุดออกเป็นแผ่น ๆ

สารเคมีที่พบ Cineol, terpineol, terpinyl acetate, pinene, nerolidol

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา บรรเทาอาการปวด เป็นยาระงับเชื้อบริเวณปอด ทางเดินปัสสาวะ และลำไส้ เป็นยาถ่ายพยาธิ ยาฆ่าแมลง ยาขับเหงื่อ ยาลดไข้ ยาบำรุง (Lawless, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

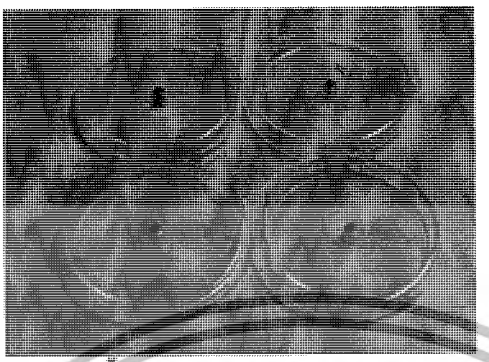
รูปที่ ข – 16 อบเชย
ที่มา : นันทวันและอรนุช, 2543

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cinnamomum cassia*
ชื่อวงศ์ Lauraceae
ชื่อสามัญ Cassia bark, Chinese cassia, Indian bark
ลักษณะทางพฤษศาสตร์ เป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 40 เมตร เปลือกต้นมีสีน้ำตาลแกมเทา กิ่งอ่อนมีขนสีน้ำตาล ใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามหรือเยื้องกัน รูปขอบขนาน รูปวงรีแกมขอบขนาน รูปขอบขนานแกมรูปไข่หรือรูปขอบขนานแกมใบหอก กว้าง 3 - 4 เซนติเมตร ยาว 8 - 15 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบกลม ขอบใบเรียบ มีเส้นใบ 3 เส้น ออกจากโคนใบไปจรดปลายใบ ผิวใบด้านบนเกลี้ยงเป็นมัน ด้านล่างมีขนเล็กน้อย ก้านใบยาว 1 เซนติเมตร ดอกช่อแยกแขนงออกที่ปลายกิ่งและซอกใบ กลีบรวม 6 กลีบ รูปขอบขนานแกมรูปไข่ สีขาวหรือขาวแกมเหลือง ผลสดรูปวงรี ยาว 10 - 13 มิลลิเมตร เมื่อสุกสีม่วงดำ ผิวเกลี้ยง เมล็ดแข็ง
สารเคมีที่พบ Benzaldehyde, borneol, camphene, camphor, cinnamaldehyde, cinnamic acid, cinnamic alcohol, eugenol, phenol
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านการอักเสบ ยับยั้งการสังเคราะห์พรอสตาแกลนดิน จับอนุมูลอิสระ ต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา เพิ่มภูมิคุ้มกัน ต้านมะเร็ง (นันทวันและอรนุช, 2543)

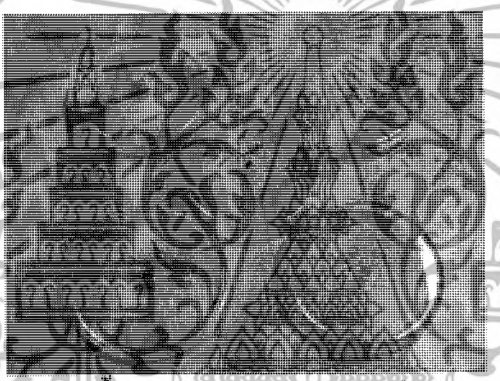
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



น้ำมันหอมระเหยเสม็ดขาว



น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์

น้ำมันหอมระเหยอบเชย

รูปที่ ค - 1 ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 บนอาหาร PDA โดยน้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้