

การควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา

Aspergillus flavus โดยเกลือบางชนิด

CONTROL OF GROWTH AND AFLATOXIN PRODUCTION OF

Aspergillus flavus BY SOME SALTS



T 0 6 0 8 3 3

อรุวรรณ นันทการ

CHARUWAN NANTAKARN

จพ
๖๖๖๖
๑๕๔๘

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 60833

วัน,เดือน,ปี.- 6 ก.ค. 2549

b. 1159083๗
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

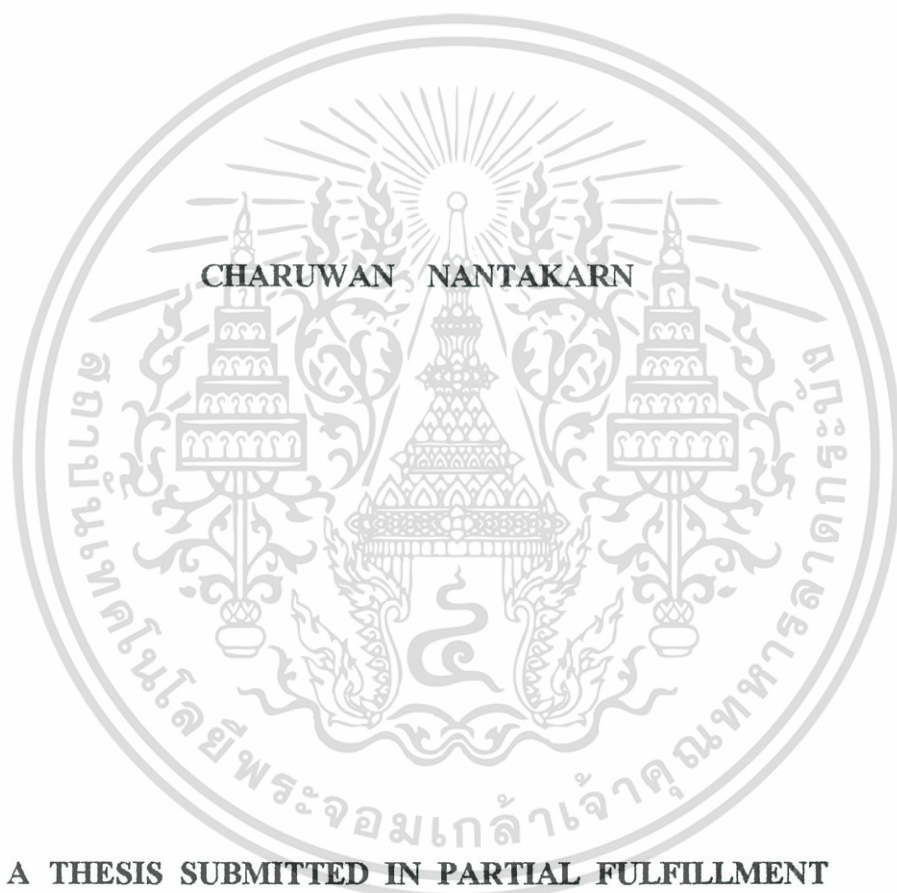
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1891-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL OF GROWTH AND AFLATOXIN PRODUCTION OF

***Aspergillus flavus* BY SOME SALTS**



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE(BIOTECHNOLOGY)

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ISBN 974-15-1891-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|-----------------------------|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>Aspergillus flavus</i> โดยเกลือบางชนิด |
| นักศึกษา | นางจารุวรรณ นันทการ |
| รหัสประจำตัว | 43065203 |
| ปริญญา | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีชีวภาพ |
| พ.ศ. | 2548 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รศ.ดร.คุณฉวี ธาระบริพัฒน์ |

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* IMI 242684 โดยเกลือ 3 ชนิดคือ แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคาร์บอเนต และแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในอาหาร malt extract agar อาหารข้าวโพดสีกัด และเมล็ดข้าวโพด พบว่าในอาหาร malt extract agar แอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และในอาหารข้าวโพดสีกัดพบว่าแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลควบคุมการเจริญและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญได้ดีที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราในอาหารทั้ง 2 ชนิดได้อย่างสมบูรณ์ทุกระดับความเข้มข้นและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพด พบว่าแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลควบคุมการสร้างสปอร์และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินพบว่าทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถควบคุมการสร้างสารพิษได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีผลกระตุ้นให้มีการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินสูงสุด และแตกต่างจากระดับความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ แอมโมเนียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีผลควบคุมการสร้างสารพิษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และแอมโมเนียมคาร์บอเนต ทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการเจริญและสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทุกระดับความเข้มข้น

Thesis Title · Control of Growth and Aflatoxin Production of *Aspergillus flavus*
by Some Salts

Student Mrs. Charuwan Nantagarn

Student ID 43065203

Degree Master of Science

Programme Biotechnology

Year 2005

Thesis Advisor Assoc. Prof. Dr. Dusanee Thanaboripat

ABSTRACT

The antifungal activities of ammonium sulfate, ammonium carbonate and ammonium chloride at various concentrations (0, 1, 2, 3, 4 and 5 %) on the growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* IMI 242684 were studied. The results showed that ammonium sulfate at all concentrations could not inhibit fungal growth in both malt extract agar and corn extract agar whereas ammonium chloride at 4 and 5 % could inhibit the growth in malt extract agar and corn extract agar, respectively. The growth inhibition was significant difference when compared to the control. Ammonium carbonate, on the other hand, could inhibit the growth of *A. flavus* on both media at all concentrations. When *A. flavus* was cultured in maize grains, it was found that ammonium sulfate and ammonium chloride could not inhibit fungal sporulation and aflatoxin production. Ammonium sulfate at 3% stimulated the production of aflatoxin significantly. However, ammonium carbonate at all concentrations could significantly inhibit fungal sporulation and aflatoxin formation.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ. ดร. คุณฉวี ฐนะบริพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งได้ให้คำปรึกษาและแนะนำผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ. สติริชัช เจริญเศรษฐศิลป์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



จารุวรรณ นันทการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

| | |
|--|-----|
| บทคัดย่อ..... | I |
| Abstract..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VI |
| สารบัญภาพ..... | X |
| บทที่ 1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์..... | 1 |
| 1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... | 2 |
| 1.2 ขอบเขตของงานวิจัย..... | 2 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 3 |
| 2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 3 |
| 2.2 ชนิดและคุณสมบัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 4 |
| 2.3 คุณสมบัติที่สำคัญของสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 5 |
| 2.4 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน..... | 6 |
| 2.5 อันตรายจากสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 8 |
| 2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 11 |
| 2.7 การป้องกันกำจัดเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน..... | 11 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 26 |
| 3.1 เชื้อจุลินทรีย์..... | 26 |
| 3.2 อุปกรณ์และสารเคมี..... | 27 |
| 3.3 การเตรียมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684..... | 27 |
| 3.4 การเตรียมสปอร์ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684..... | 27 |
| 3.5 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ..... | 28 |
| 3.6 การศึกษาผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Malt extract agar และอาหารข้าว โทดสกัด..... | 28 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 3.7 การหาความชื้นในเมล็ดข้าวโพด..... | 29 |
| 3.8 การศึกษาผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษของ เชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด..... | 29 |
| บทที่ 4..ผลการทดลอง..... | 32 |
| 4.1 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ใน อาหาร malt extract agar..... | 32 |
| 4.2 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ใน อาหารข้าวโพดสกัด..... | 43 |
| 4.3 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด..... | 57 |
| 4.4 ผลของเกลือต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด..... | 68 |
| บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง..... | 81 |
| บรรณานุกรม..... | 84 |
| ภาคผนวก ก..... | 92 |
| ภาคผนวก ข..... | 96 |
| ภาคผนวก ค..... | 97 |
| ภาคผนวก ง..... | 98 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 123 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่ขอมให้มีการปนเปื้อนในประเทศต่างๆ..... | 9 |
| 2.2 การยับยั้งจุลินทรีย์ต่าง ๆ โดยแลคติกแอซิคแบคทีเรีย(Lactic acid bacteria)..... | 13 |
| 2.3 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา <i>Aspergillus</i> โดยสมุนไพรร่างต่าง ๆ..... | 19 |
| 2.4 ประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการยับยั้งการเจริญของ <i>Aspergillus</i> sp..... | 22 |
| 2.5 ผลของการยับยั้งการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินด้วยสารเคมีในอาหารสัตว์..... | 24 |
| 2.6 ผลของการยับยั้งการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินด้วยสารสกัดสมุนไพรร่างต่าง ๆ..... | 25 |
| 4.1 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 32 |
| 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 34 |
| 4.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 34 |
| 4.4 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 36 |
| 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 38 |
| 4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 38 |
| 4.7 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 40 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 42 |
| 4.9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 42 |
| 4.10 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 44 |
| 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 46 |
| 4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 46 |
| 4.13 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 24268 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 48 |
| 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 50 |
| 4.15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 50 |
| 4.16 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 52 |
| 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 54 |
| 4.18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 55 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.19 การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียม-ซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 57 |
| 4.20 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 58 |
| 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 60 |
| 4.22 การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 61 |
| 4.23 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 61 |
| 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 63 |
| 4.25 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 63 |
| 4.26 การเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมกลูโคไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 65 |
| 4.27 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมกลูโคไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 66 |
| 4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมกลูโคไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ... | 68 |
| 4.29 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 69 |
| 4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 71 |

สารบัญตาราง(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4.31 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 71 |
| 4.32 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 74 |
| 4.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 76 |
| 4.34 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 76 |
| 4.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 78 |
| 4.36 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 79 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|------|
| 2.1 | 5 |
| 4.1 | 33 |
| 4.2 | 35 |
| 4.3 | 37 |
| 4.4 | 39 |
| 4.5 | 41 |
| 4.6 | 43 |
| 4.7 | 45 |
| 4.8 | 47 |
| 4.9 | 49 |
| 4.10 | 51 |

สารบัญญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.11 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด ที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ | 53 |
| 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร)การเจริญ ของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 56 |
| 4.13 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่ เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 59 |
| 4.14 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ด แอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 62 |
| 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ด ข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 64 |
| 4.16 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ด แอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ | 67 |
| 4.17 แสดงการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 70 |
| 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 72 |
| 4.19 แสดงการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 75 |
| 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 77 |
| 4.21 แสดงการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา <i>A. flavus</i> IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกล็ดแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ..... | 80 |

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์

อะฟลาทอกซินเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) เกิดจากการสังเคราะห์โดยเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*, *A. tamarii* และ *A. bombycis* (Kurtzman et al. 1987; Goto et al.; Pittet. 1998; Peterson et al. 2001) สารพิษอะฟลาทอกซินที่สร้างขึ้นในธรรมชาติได้แก่อะฟลาทอกซิน B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂, B_{2a} และ G_{2a} (WHO. 1979)

อะฟลาทอกซินเป็นสารพิษที่อันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ ทำให้เกิดมะเร็งกับสัตว์และมนุษย์ โดยทำให้เกิดอาการได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง และพบปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหลายชนิด เช่น เมล็ดธัญพืช ข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วลิสง ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ นอกจากนี้ยังพบว่าปนเปื้อนในสมุนไพรอีกด้วย (Efuntoye. 1999) ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารพิษอะฟลาทอกซินกันมาก ซึ่งการวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งถึงการควบคุมและกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยกรรมวิธีต่างๆ และจากการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ กรดโพรพิโอนิก โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ (อาทิตย์ พลายนาศ และคณะ. 2543; Tabata et al. 1999) นอกจากนี้รายงานของ Thanaboripat et al. (1992) พบว่าเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 40 และ 80 มิลลิกรัมต่อกรัม สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราหลังจากการเพาะเลี้ยง 7 และ 14 วัน ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 120 มิลลิกรัมต่อกรัม สามารถยับยั้งได้ทั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน และพบว่ากรดโพรพิโอนิกที่ระดับความเข้มข้น 2000 และ 2500 ไมโครกรัมต่อกรัม สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษ นอกจากนี้ยังพบว่าในวันที่ 7 และ 14 วันของการเพาะเลี้ยงแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ 45 และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษได้อย่างสมบูรณ์ ทุกช่วงเวลาที่บ่มเชื้อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาผลของเกลือ 3 ชนิด คือ แอมโมเนียมคลอไรด์ แอมโมเนียมคาร์บอเนต และแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar อาหารข้าวโพดสีกัดและในเมล็ดข้าวโพด

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.1.1 เพื่อศึกษาผลของเชื้อชนิดต่างๆ ต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัด
- 1.1.2 เพื่อหาความเข้มข้นของเชื้อชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัด
- 1.1.3 เพื่อศึกษาผลของเชื้อชนิดต่างๆ ต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด
- 1.1.4 เพื่อหาความเข้มข้นของเชื้อชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

1.2 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.2.1 ศึกษาผลของเชื้อและระดับความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัด
- 1.2.2 ศึกษาผลของเชื้อและระดับความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของ เชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เพื่อจะได้ทราบความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัด
- 1.3.2 เพื่อจะได้ทราบความเข้มข้นของเชื้อที่เหมาะสมต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพด
- 1.3.3 เพื่อเป็นแนวทางในการนำเชื้อ ไปใช้ควบคุมการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในผลผลิตทางการเกษตรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน

สารพิษอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) เป็นสารทุติยภูมิที่เชื้อรา *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* และ *A. tamarii* (Goto et al. 1996) สร้างขึ้นในสภาพที่จำกัด ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของ pyruvate และกรดอะมิโนบางชนิดโดยกระบวนการ polyketide biosynthesis pathway และสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินแทนกรดไขมัน (ชนิกา เอี่ยมสุภานิต และสมจินตนา ทุมแสน. 2542) ซึ่งก่อให้เกิดความเจ็บป่วยในคนและสัตว์ที่บริโภคหรือได้รับสารนั้น สารพิษนี้ที่พบในสภาพธรรมชาติมี 4 ชนิดคือ B₁, B₂, G₁ และ G₂ นอกจากนี้ ยังพบ M₁ และ M₂ ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ B₁ และ B₂ ในน้ำนมของคนและสัตว์ที่บริโภคอาหารที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนอยู่ แต่ละชนิดจะมีความเป็นพิษมากน้อยแตกต่างกัน อะฟลาทอกซิน B₁ จะมีความเป็นพิษสูงสุดและยังเป็นชนิดที่พบมากที่สุดด้วย รองลงมาคืออะฟลาทอกซิน G₁, B₂ และ G₂ ตามลำดับ สารพิษอะฟลาทอกซินพบครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษในปี ค.ศ.1960 โดยเกิดโรคระบาดขึ้นในไก่วงและตั้งชื่อโรคที่พบนั้นว่า Turkey X disease (Blount. 1961) นอกจากนี้ยังพบการเกิดโรคระบาดเช่นนี้ในประเทศเคนยาและยูกันดา (Asplin and Camaghan. 1961) จากการค้นคว้าถึงสาเหตุของโรคพบว่าเกี่ยวข้องกับถั่วลิสงที่สั่งซื้อมาจากประเทศบราซิล ต่อมา Austwick และ Ayerst (1963) ได้ทำการตรวจถั่วลิสงเหล่านี้ด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบว่าเนื้อของถั่วลิสงเหล่านี้มีเชื้อราขึ้นอยู่เป็นจำนวนมากแต่เชื้อราพวกนี้ได้ตายหมดแล้ว อย่างไรก็ตาม Sargeant et al. (1961) สามารถแยกเชื้อราที่ยังมีชีวิตอยู่จากเนื้อของถั่วลิสงที่เป็นพิษจากประเทศยูกันดา พบว่าเชื้อรา *A. flavus* สามารถสร้างสารพิษได้เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้น สารพิษที่ถูกสร้างขึ้นจากเชื้อราบนอาหารวุ้นเป็นชนิดเดียวกับที่พบในสารสกัดจากถั่วลิสงที่เป็นพิษ ดังนั้นสารพิษที่ได้จากเชื้อราตัวนี้จึงเรียกว่าอะฟลาทอกซินตามชื่อของเชื้อราที่สร้างนั่นเอง โดย A ย่อมาจากชื่อ genus "*Aspergillus*" และ fla ย่อมาจาก "*flavus*"

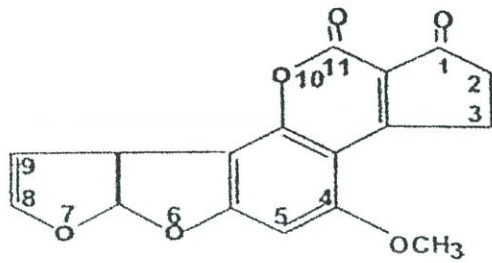
2.2 ชนิดและคุณสมบัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินเป็นสารเคมีพวกบิสฟูราโนคิวมาริน (bisfuranocoumarin) ที่มีอนุพันธ์ของ coumarin คู่กับ bifuran ring มี 17 ชนิดคือ B₁, B₂, G₁, G₂, M₁, M₂, B_{2a}, G_{2a}, P₁, B₃, aflatoxicol, GM₁, GM₂, M_{2a}, GM_{2a}, Q₁ และ dihydroaflatoxicol (Betina, 1984) ที่พบในธรรมชาติมีเพียง B₁, B₂, G₁, G₂ (ภาพที่ 2.1) สำหรับชนิดอื่นๆส่วนใหญ่เป็นผลจากเมแทบอลิซึมของอะฟลาทอกซิน B₁ (นงนุช วนศิษฐ์ธนาคม, 2540)

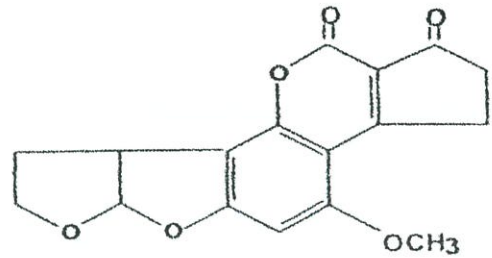
ชื่อชนิดของสารพิษอะฟลาทอกซินตั้งขึ้นตามคุณสมบัติการเรืองแสงบนแผ่นโครมาโตกราฟีผิวบาง (Thin-layer chromatographic (TLC) plate) ภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ความยาวคลื่น 365-366 นาโนเมตร โดยอะฟลาทอกซิน B₁ และ B₂ เรืองแสงสีน้ำเงิน (Blue) อะฟลาทอกซิน G₁ และ G₂ เรืองแสงสีเขียว (Green) (Hartley *et al.* 1963)

โครงสร้างของอะฟลาทอกซิน B₁ ประกอบด้วย bifuran, coumarin และ cyclopentanone ring การที่อะฟลาทอกซิน B₁ มีพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 8-9 ใน bifuran ring ทำให้อะฟลาทอกซิน B₁ มีความเป็นพิษมากกว่าอะฟลาทอกซินชนิดอื่น เพราะพันธะคู่นี้สามารถถูกเปลี่ยนเป็น epoxide ซึ่ง epoxide จะจับกับโมเลกุล DNA, RNA และ โปรตีน ได้ง่าย

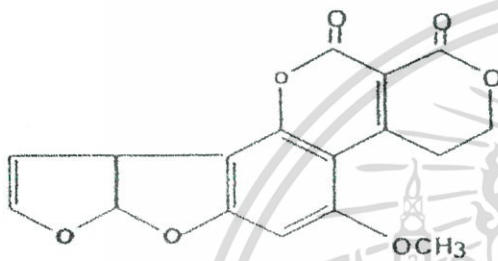
นอกจากนี้อะฟลาทอกซิน B₁ มี cyclopentanone ring ติดกับ coumarin ring การมี cyclopentanone ring ทำให้สลายตัวช้ากว่าพวกที่มี lactone ring ซึ่งพบในอะฟลาทอกซิน G₁ และ G₂ ดังนั้นอะฟลาทอกซิน B₁ จึงเป็นชนิดที่เป็นพิษมากที่สุด โดยพิจารณาจากพันธะคู่และ lactone ring สารใดที่มีพันธะคู่จะเป็นพิษมากกว่าไม่มี อะฟลาทอกซิน B₁ และ G₁ จึงมีความเป็นพิษมากกว่า B₂ และ G₂ ส่วน lactone ring นั้นจะถูกสลายง่ายกว่า ความเป็นพิษย่อมน้อยกว่า เพราะโครงสร้างถูกเปลี่ยนแปลงไปแล้ว เมื่อเปรียบเทียบลำดับความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินจะเป็นดังนี้ B₁ > G₁ > B₂ > G₂ (วรนนท์ สุภพิพัฒน์, 2538)



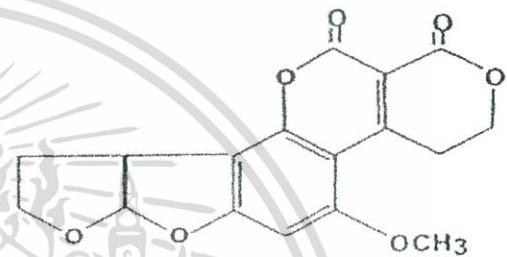
B1



B2



G1



G2

ภาพที่ 2.1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารพิษอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ (ศศิยะ สีสหรัย. 2541)

2.3 คุณสมบัติที่สำคัญของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินมีคุณสมบัติที่สำคัญๆ ดังนี้ (สุกัญญา กองเงิน และคณะ. 2540)

1. เรืองแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต ขนาดคลื่น 365 นาโนเมตร โดยอะฟลาทอกซินชนิด B จะเรืองแสงสีน้ำเงิน (Blue) และอะฟลาทอกซินชนิด G จะเรืองแสงสีเขียว (Green)
2. ละลายได้ดีในไขมันและน้ำมัน ละลายได้บ้างในน้ำเกลือ
3. ละลายได้ดีในตัวทำละลายหลายชนิด เช่น เมทานอล (methanol) คลอโรฟอร์ม (chloroform) อะซีโตน (acetone) เบนซีน (benzene) และอื่นๆ
4. ไม่ละลายในสารบางชนิด เช่น เฮกเซน (hexane) อีเทอร์ (ether) และอื่นๆ
5. ถูกทำลายได้ง่ายด้วยสารละลายด่าง เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จุดหลอมตัวของอะฟลาทอกซินอยู่ที่ 250 องศาเซลเซียส ดังนั้นการใช้ความร้อนในรูปของการต้ม อบ คั่ว หรือหนึ่ง จึงไม่สามารถทำลายสารพิษนี้ได้ อย่างไรก็ตามอะฟลาทอกซินก็สามารถถูกทำลายได้บ้างด้วยแสงและความร้อนในรูปต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลา อุณหภูมิ

2.4 กระบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินสังเคราะห์จากอะซิเตต (acetate) และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นวงแหวนได้เป็นกรดไซคลิกโพลีคีโต(cyclicpolyketo acid) โดยมีคาร์บอน 20 ตัว ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นอะเวรูฟีน (averufin) เวอร์ซิโคนอล (versiconol) สเตอริกมาโตซิสติน (sterigmatocystin) และอะฟลาทอกซิน B₁ ในที่สุด ในโตรเจนและกรดอะมิโน(asparagine, aspartate, glycine และ glutamine) เป็นสารตั้งต้นที่เหมาะสมในการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน โดยอะฟลาทอกซินจะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายใน 48 ชั่วโมงภายหลังจากมีการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* และอะฟลาทอกซินจะสังเคราะห์ได้สูงที่สุดในวันที่ 7 หลังจากเลี้ยงเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Heathcote, 1984) อะฟลาทอกซิน B₁ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารพิษที่ดับเมื่ออะฟลาทอกซินเคลื่อนย้ายมาสู่ตับและอวัยวะอื่นๆ เปลี่ยนเป็นอีพอกไซด์ (epoxide) และรวมตัวกับดีเอ็นเอ(DNA) อาร์เอ็นเอ(RNA) และโปรตีน โดยจะไปรวมตัวกับ guanine residue ของดีเอ็นเอ(นงนุช วัฒนชัยธนาคม. 2540) ทำให้ดีเอ็นเอเสียหาย อะฟลาทอกซินจะมีผลทำให้จำนวนไรโบโซม(ribosome) ลดลงและมีลักษณะผิดปกติ ไมโครคอนเดรียเสื่อมสลาย ทำให้การขนส่งอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจระดับเซลล์สูญหายไป (ศศิธร ถิ่นนคร. 2528) การเปลี่ยนแปลงสารพิษจากเชื้อราในร่างกายแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้(อนงค์ บิณฑวิหค. 2539-2543)

- 1.การดูดซึม(Absorbtion) สัตว์ได้รับสารพิษโดยผ่านทางผิวหนัง สูดดมผ่านทางเดินหายใจ และกินโดยผ่านทางเดินอาหาร
- 2.การแพร่กระจาย(Distribution) เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะแพร่กระจายผ่านกระแสโลหิต น้ำเหลือง น้ำหล่อเลี้ยงต่างๆ ทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร รก และอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกาย
- 3.การสะสม(Accumulation) สารพิษบางส่วนมีการสะสม หรือตกค้างที่อวัยวะสำคัญ เช่น ต่อมไทรอยด์ ตับ กระจก ไชมัน เนื้อเยื่อต่างๆ เป็นต้น
- 4.เมแทบอลิซึม(Metabolism) สารพิษบางส่วนจะผ่านกระบวนการเมแทบอลิซึม(metabolic pathway) ด้วยปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้สารพิษมีฤทธิ์ลดลง หรือเพิ่มฤทธิ์รุนแรงขึ้น และจับกับสารที่มีในเซลล์ ซึ่งกระบวนการเมแทบอลิซึมนี้จำแนกได้ 2 ระยะ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 1 เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน(oxidation) รีดักชัน (reduction) และไฮโดรไลซิส (hydrolysis) เนื่องจากอะฟลาทอกซิน B₁ มีพิษรุนแรงมากกว่าอะฟลาทอกซินชนิดอื่นๆ ดังนั้นเมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดกระบวนการเมแทบอลิซึมหรือเปลี่ยนแปลงสารพิษที่ตับโดยในระยะที่ 1 ใช้ระบบไมโครโซมของตับ เกิดปฏิกิริยาทางเคมีคือปฏิกิริยาไฮดรอกซิเลชัน(hydroxylation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน B₁ เป็น Q₁ และ M₁ ปฏิกิริยาโอ-ดีเมทิลเลชัน (O-demethylation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน B₁ เป็น P₁ ปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน (Epoxidation) เปลี่ยนอะฟลาทอกซิน B₁ เป็นอะฟลาทอกซิน B₁-Epoxide ซึ่งไม่คงตัวและสามารถเปลี่ยนต่อไปเป็นอะฟลาทอกซิน B₁-dihydrodiol โดยใช้เอนไซม์อีพอกไซด์ไฮเดรส (epoxide hydrase) นอกจากนี้ยังใช้เอนไซม์ในระบบ cytoplasmic reduction system ของตับ เกิดปฏิกิริยารีดักชันเปลี่ยนอะฟลาทอกซิน B₁ เป็น aflatoxicol ทำให้เกิดการเมแทบอลิซึม อะฟลาทอกซิน B₁ ทั้งหมด จึงมีพิษน้อยลง

ระยะที่ 2 เกิดปฏิกิริยาคอนจูเกชัน(conjugation) โดยอะฟลาทอกซิน B₁ จะจับกับกลูตาไทโอน (glutathione) โดยเอนไซม์กลูตาไทโอนเอสทรานเฟอเรส (GSH-S-transferase) ได้อะฟลาทอกซิน B₁ จับกับกลูตาไทโอน ซึ่งมีพิษรุนแรงน้อยลง แต่จะเกิดมะเร็งตับได้ด้วยการจับตัวกับดีเอ็นเอหรือโปรตีน โดยพันธะโควาเลนต์

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

อะฟลาทอกซินที่พบในท้องตลาดพบทั้งในอาหารสำเร็จรูปของคนและสัตว์ มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามชนิดของเชื้อรา ระยะเวลาของการเจริญ รวมถึงชนิดของอาหารด้วย ดังนั้นคนและสัตว์อาจได้รับอะฟลาทอกซินเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านทางเดินอาหารในปริมาณต่างกัน แต่ถ้าได้รับเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดโรคตับแข็ง หรือมะเร็งในตับได้ ถ้าได้รับปริมาณสูงในระยะเวลาสั้นๆ อาจทำให้เกิดอาการเป็นพิษอย่างเฉียบพลันได้ อาการและลักษณะของสัตว์ที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน เช่น ในไก่ จะแสดงอาการซึม ท้องร่วง เมื่ออาหาร โลหิตจาง และตายในที่สุด ถ้าเกิดโรคแบบเฉียบพลันอาจตายได้ใน 2-3 วัน ในสุกรจะมีอาการชูปนม ขนหยาบกร้าน อุจจาระร่วงมีสีเหลืองจัด บางตัวอาจท้องผูก ขาหลังไม่มีกำลัง ยืนตัวโก่ง มีอาการดีซ่าน โลหิตจาง อาจตายได้ใน 1-5 วัน(กวินดา ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ. 2538 ; คำรง พฤษกราช. 2519) อะฟลาทอกซิน B₁ สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ หยุดกระบวนการสังเคราะห์แสง และการขนถ่ายออกซิเจนของสาหร่าย *Chlorella fusca* ได้ โดยพบว่าอะฟลาทอกซินจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และลดองค์ประกอบของคาร์บอน ในไตรเจน และฟอสฟอรัสภายในเซลล์ของสาหร่าย (Sayed and Fadi-Allah.1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อันตรายจากสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินจัดเป็นสารพิษทุติยภูมิพวกสารก่อมะเร็ง (carcinogen) และเป็นสารที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutagen) และเป็นพิษต่อตับ ทำให้เกิดตับอักเสบ ตับแข็ง เนื้องอกในตับ (Hepatocellular carcinoma, HCC) และมะเร็งที่ตับ มีพิษต่อคนและสัตว์ โดยความเป็นพิษจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของสารพิษที่ได้รับ ความถี่ของการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย อายุ เพศ ชนิดพันธุ์สัตว์และสภาวะการทำงานของเอนไซม์ในตับ (สุกัญญา กองเงิน และคณะ. 2540; Busby and Wogan. 1984; Jackson and Groopman. 1999)

สารพิษอะฟลาทอกซินมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและสุขภาพ เช่น ทำให้เกิดการเจริญเติบโตช้าลง มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการหายใจ มีภูมิคุ้มกันต่ำลง เกิดอาการอุจจาระร่วงและตกเลือด (Newberne and Butler. 1969; Guthrie. 1979) สารพิษนี้สามารถพบได้ทั้งใน ถั่ว ข้าวโพด ข้าว ปลาแห้ง ถั่ว และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Ellis *et al.* 2000)

สารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ เป็นสารพิษอะฟลาทอกซินที่มีความเป็นพิษสูงที่สุด พบมากใน ถั่ว และเมล็ดธัญพืช (Dhavan and Choudhary. 1995; Gowda *et al.* 2004) เมื่อสารพิษนี้ปนเปื้อนไปกับอาหารทำให้คนและสัตว์ได้รับสารพิษ ทำให้เมแทบอลิซึมในร่างกายมีปัญหา (Ramos and Hernandez. 1997) เพื่อป้องกันปัญหานี้ควรเก็บรักษาอาหารไว้ในบริเวณที่มีความชื้นต่ำ หรือมีการเติมสารกันรา (Coker *et al.* 1984)

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินแม้เพียงปริมาณเล็กน้อยก็ก่อให้เกิดอันตรายได้อย่างรุนแรง หน่วยวัดความเป็นพิษวัดเป็น ส่วนในพันล้านส่วน หรือเรียกว่า ppb มีชื่อเต็ม part per billion หรือ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม โดย FAO รายงานว่าปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินที่อนุญาตให้ปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรในอาหารสัตว์และอาหารคน กำหนดแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ในประเทศไทยกำหนดตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่องมาตรฐานสารปนเปื้อน ข้อ 4 กำหนดให้มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนในอาหารไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (อรุณศรี วงษ์อุไร. 2542) ข้อกำหนดอะฟลาทอกซินที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกันในแต่ละประเทศแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อกำหนดปริมาณอะฟลาทอกซินที่ยอมให้มีการปนเปื้อนในประเทศต่างๆ

| ประเทศ | ผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อน | ปริมาณที่ยอมให้มีการปนเปื้อน (ppb) |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| จีน | ข้าว โปคและผลิตภัณฑ์ | 20 |
| | ข้าว | 10 |
| | ถั่วต่าง ๆ | 5 |
| | อาหารทารก | 0 |
| ไทย | อาหาร | 20 |
| สหรัฐอเมริกา | อาหาร | 20 |
| | นม | 0.5 |
| | นมผง | 1 |
| | อาหารสัตว์ | 20-25 |
| ญี่ปุ่น | อาหารทุกชนิด | 10 |
| | กากถั่วลิสงสำหรับอาหารสัตว์ | 1000 |
| มาเลเซีย | อาหารคน | 35 |
| ฟิลิปปินส์ | อาหารคน | 20 |
| | อาหารสัตว์ | 200 |
| อิตาลี | ถั่วลิสง | 50 |
| อิสราเอล | อาหารทุกชนิด | 20 |
| ฝรั่งเศส | อาหารสัตว์ | 700 |
| เคนมาร์ก | ถั่วต่าง ๆ | 5-10 |
| แคนาดา | ถั่วและผลิตภัณฑ์ | 15 |
| บราซิล | กากเมล็ดถั่วที่สกัดน้ำมันแล้ว | 50 |
| เบลเยียม | อาหารสัตว์ | 40 |
| เนเธอร์แลนด์ | อาหารคนและสัตว์ | 5 |

ที่มา : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ (2539-2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซิน

2.6.1 ชนิดของเชื้อรา เชื้อราต่างชนิดกันจะสร้างอะฟลาทอกซินแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน เชื้อราที่สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้คือ *A. flavus* Link, *A. parasiticus* Speare, *A. nomius* (Kurtzman et al.1987), *A. tamarii* (Goto et al.1996) และ *A. bombycis* (Peterson et al.2001) รวมถึงเชื้อรา *A. pseudotamarii* ซึ่งเป็นเชื้อราชนิดใหม่ที่สามารถสร้างอะฟลาทอกซิน การที่พบเชื้อราบางชนิดเจริญอยู่บนอาหาร ไม่จำเป็นว่าจะต้องมีอะฟลาทอกซินปนอยู่ เพราะเชื้อราบางสายพันธุ์ไม่สร้างอะฟลาทอกซิน ในทางกลับกันการที่ไม่พบเชื้อราเจริญบนอาหารก็ไม่ได้หมายความว่าอาหารนั้นปลอดภัยจากอะฟลาทอกซิน เพราะแม้เชื้อราจะถูกทำลายหรือตายไปแล้ว แต่อะฟลาทอกซินจะยังคงอยู่ในอาหารนั้น(ปริศนา สิริอาชา. 2534)

2.6.2 แหล่งอาหาร โดยปกติ *A. flavus* เมื่อเจริญจะสร้างเส้นใยและสปอร์เท่านั้น จนกระทั่งปริมาณของฟอสเฟต ในโครเจน หรือธาตุอาหารรองบางชนิดถูกจำกัด ทำให้การเจริญช้าลง และเกิดการสะสมของไพโรเวค มาโลเนต อะซีเตต และกรดอะมิโนซึ่งจะเป็นการพัฒนาและกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์บางชนิดให้สร้าง secondary metabolite พบว่าใน *A. flavus* สายพันธุ์ที่สร้างอะฟลาทอกซิน สังเคราะห์อะฟลาทอกซินแทนกรดไขมันจากกระบวนการ polyketide biosynthesis pathway (Maggon et al. 1977)

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

2.6.3 ปฏิกริยาระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ด้วยกัน บนอาหารทั่วไป มักมีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดขึ้นปะปนกัน และเชื้อเหล่านี้มีปฏิกริยาต่อกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อกรเจริญและการสร้างสารพิษของ *A. flavus* เช่น *Lactobacillus* sp. (Gourama and Bullerman. 1995) *Streptococcus lactis* และ แลกติกเอซิดแบคทีเรีย (Thanaboripat et al. 1997) *Flavobacterium aurantiacum* (Smiley and Draughon. 2000) เป็นต้น

2.6.4 สภาพแวดล้อม ความชื้น และอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน จากการศึกษาการเข้าทำลายของเชื้อราระหว่างการเก็บข้าวสาลีที่ความชื้น และอุณหภูมิต่างๆ พบว่าเชื้อราจะเข้าทำลายข้าวสาลีเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 4 องศา

เซลเซียส เฟอร์เซ็นต์การเข้าทำลายค้ำ (0 เฟอร์เซ็นต์) ในขณะที่การเข้าทำลายจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ความชื้น 24 เฟอร์เซ็นต์ 40 องศาเซลเซียส โดยมีระดับการเข้าทำลายสูงถึง 30 เฟอร์เซ็นต์ (Al-Yahya, 1999)

Mahmoud *et al.*(1992) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ค้ำสุดที่เชื้อราสามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน และเจริญได้ในสมุนไพร anise และ ะเอนเทศ คือ 90 เฟอร์เซ็นต์

Goaleni *et al.*(1997) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* บนอาหาร surface agar culture คือ 30 องศาเซลเซียส โดยเชื้อราจะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้สูงสุด 0.306 ถึง 0.330 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 มิลลิตร หลังจากบ่มเชื้อเป็นเวลา 15 วัน มีค่า water activity 0.996

2.6.5 ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา เช่น วัสดุที่เชื้อราขึ้น การเข้าทำลายของแมลง ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุปลีกย่อย (trace element) บางชนิด และยังพบว่าการศึกษาจะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (Elangovan and Kalyanasundaram, 1999)

2.7 การป้องกันกำจัดเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน

การศึกษาถึงการป้องกันกำจัดเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน อาจแบ่งเป็นวิธีใหญ่ๆ ได้ 3 วิธี คือ วิธีทางชีววิทยา วิธีทางกายภาพ และวิธีทางเคมี

2.7.1 วิธีทางชีววิทยา

การควบคุมการกำจัดเชื้อราและอะฟลาทอกซินโดยวิธีทางชีววิทยา เป็นการนำเอาจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา แอคติโนมัยสีท และอื่น ๆ มาทดสอบความสามารถในการควบคุมการกำจัดเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน หรือเปลี่ยนรูปโครงสร้างของอะฟลาทอกซินเพื่อทำให้ความเป็นพิษลดลง หรือไม่เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์อื่น เช่นการทดสอบสารสกัด โปรตีนจากแบคทีเรีย *Flavobacterium auranticum* พบว่าสามารถทำลายสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ และส่วนที่มีประสิทธิภาพในการทำลายสารพิษคือเอนไซม์ นอกจากนี้ที่พีเอช 8 จะมีผลช่วยในการทำลายสารพิษได้มากกว่าที่พีเอช 5 (Smiley and Draughon, 2000) การทดลองนำ *Lactobacillus* sp. ที่ได้จากหญ้าอาหารสัตว์มาเลี้ยงร่วมกับเชื้อรา *A. flavus* subsp. *parasiticus* ในอาหารเหลว พบว่าช่วยลดการเจริญและยับยั้งการ

ผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินได้ โดยการเจริญของ *Lactobacillus* sp. จะไปยับยั้งการงอกของสปอร์ของ เชื้อรา (Gourama and Bullerman. 1995)

การเพาะเลี้ยง *S. lactis* ร่วมกับ *A. parasiticus* โดยการใส่เชื้อพร้อมกัน และการใส่เชื้อ *S. lactis* หลังจาก *A. parasiticus* เจริญแล้วเป็นเวลา 3 วัน พบว่า ในวันที่ 2 ของการเพาะเลี้ยงจะสามารถลด อะฟลาทอกซินจาก 108.33 เป็น 94.18 และ 31.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และเมื่อเลี้ยง *S. lactis* 3 วัน ก่อนที่จะใส่สปอร์ของ *A. parasiticus* พบว่า *A. parasiticus* สามารถผลิตอะฟลาทอกซิน เพียง 58.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร การเปรียบเทียบความสามารถในการลดการสร้างอะฟลาทอกซิน B₁ ของ *S. lactis* และ แลกคิกแอซิดแบคทีเรียในโยเกิร์ต พบว่าที่อายุการเก็บรักษา 7 วัน *S. lactis* สามารถลดอะฟลาทอกซิน B₁ จาก 50 เป็น 33.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่แลกคิกแอซิดแบคทีเรียสามารถลดอะฟลาทอกซิน B₁ จาก 50 เป็น 37.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Thanaboripat *et al.* 1997)

El-Nezami *et al.* (2000) ศึกษาความสามารถในการกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ ของเชื้อ *Lactobacillus rhamnosus* สายพันธุ์ GG และสายพันธุ์ LC-705 โดยใช้ chicken intestinal loop technique และการรวมตัวกับอะฟลาทอกซิน B₁ พบว่าเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์สามารถกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซินได้ และ *Lactobacillus rhamnosus* สายพันธุ์ GG เป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

Lahtinen *et al.* (2004) ศึกษาประสิทธิภาพของผนังเซลล์ของเชื้อ *Lactobacillus rhamnosus* สายพันธุ์ GG ต่อการจับสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ โดยสกัด exopolysaccharide และ peptidoglycan มาทดสอบคุณสมบัติในการจับสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ พบว่าผนังเซลล์มีคุณสมบัติในการจับกับสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁

การยับยั้งเชื้อราโดยกรดแลกคิก ซึ่งมีผลให้ความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ลดลง ผลการยับยั้งแบบนี้คล้ายคลึงกับการยับยั้งด้วยกรดแอซิดิก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรดฟอรั่มิก และกรดโพธิโอนิก (Lindgren and Dobrogosz. 1990) การยับยั้งจุลินทรีย์ในกลไกใดนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด (Corsetti *et al.* 1998; Niku-Paavola *et al.* 1999) คาดว่าการทำงานของกรดแลกคิกทำให้เซลล์เกิดสภาพที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic form) กรดมีการแพร่เข้าสู่เซลล์และปล่อยไฮโดรเจนไอออนเข้าไปในไซโตพลาสซึม ทำให้ในไซโตพลาสซึมเกิดสภาพที่เป็นกรดและเซลล์ตายในที่สุด (Axelsson. 1990; Piard and Desmazeaud. 1991; Eklund. 1989) การยับยั้งจุลินทรีย์ต่างๆ โดยแลกคิกแอซิดแบคทีเรียแสดงคังคารางที่ 2.2 นอกจากนี้ Schnurer และ Magnusson (2005) พบว่าในแลกคิกแอซิดแบคทีเรียมีสารประกอบที่

สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษจากเชื้อราพวก aflatoxin, trichothecene, fumonisin, ochratoxin A และ patulin ได้ สารประกอบเหล่านี้ คือ cyclic dipeptide phenyllactic acid, proteinaceous compound และ 3-hydroxylate fatty acid ซึ่งงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้แลคติกแอซิดแบคทีเรียเป็นสารป้องกันการเจริญของเชื้อราในอาหารและอาหารสัตว์ได้

ตารางที่ 2.2 การยับยั้งจุลินทรีย์ต่างๆ โดยแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria)

| แลคติกแอซิดแบคทีเรีย | จุลินทรีย์ที่ยับยั้ง | สารประกอบที่ปล่อยออกมา |
|---|---------------------------------|------------------------|
| <i>Lactococcus lactis</i> C10 | <i>Aspergillus parasiticus</i> | ND |
| <i>L. casei</i> ATCC393 | <i>A. parasiticus</i> | ND |
| <i>L. lactis</i> | <i>A. flavus</i> | ND |
| <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> | Broad spectrum | ND |
| <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> | Broad spectrum | ND |
| <i>Pediococcus acidilactici</i> | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Possibly proteinaceous |
| <i>L. acidophilus</i> R | <i>A. fumigatus</i> | ND |
| <i>L. lactis</i> | <i>A. parasiticus</i> | ND |
| <i>L. plantarum</i> | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | ND |
| <i>L. casei</i> subsp. <i>pseudoplantarum</i> | <i>A. flavus</i> | Possibly proteinaceous |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| แลคติกแอซิดแบคทีเรีย | จุลินทรีย์ที่ยับยั้ง | สารประกอบที่ปล่อยออกมา |
|---|--|--|
| <i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> , | <i>Penicillium</i> spp. | ND |
| <i>L. plantarum</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>Aspergillus</i> spp. | |
| <i>L. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i> LC-705 | <i>Candida lusitanae</i> , <i>A. niger</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp. | ND |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> CHD28.3 | <i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>Fusarium</i> spp. | Possibly proteinaceous |
| <i>L. plantarum</i> VTT E78076 | <i>Fusarium ovenaceum</i> | Benzoic acid, methylhydantoin, mevalonolactone, cyclo (Gly-L-Leu) |
| <i>L. plantarum</i> MiLAB 393 | Broad spectrum | 3-phenyllactic acid, cyclo(Phe-Pro), cyclo(Phe-OH-Pro) |
| <i>L. casei</i> | <i>Penicillium</i> spp. | Possibly proteinaceous |
| <i>L. pentosus</i> | <i>Candida albicans</i> | Pentocin TV35b |
| <i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> | <i>Penicillium expansum</i> | ND |
| <i>L. plantarum</i> | Broad spectrum | Phenyllactic acid, 4- hydroxyphenyllactic acid |
| <i>L. reuteri</i> | Broad spectrum | 3-HPA (reuterin) |
| <i>L. plantarum</i> | Unspecified spoilage mould | ND |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> DRC1 | <i>A. fumigatus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> | Possibly proteinaceous |
| <i>L. pentosus</i> | <i>Candida albicans</i> | Pentocin TV35b |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| แลคติกแอซิดแบคทีเรีย | จุลินทรีย์ที่ยับยั้ง | สารประกอบที่ปล่อยออกมา |
|--|---|--|
| <i>L. coryniformis</i> Si 3 | Broad spectrum | Peptide, phenyllactic acid, cyclo(Phe-Pro),cyclo(Phe-OH-Pro), reuterin |
| <i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> | <i>Penicillium expansum</i> | ND |
| <i>L. plantarum</i> | Broad spectrum | Phenyllactic acid, 4-hydroxyphenyllactic acid |
| <i>L. reuteri</i> | Broad spectrum | 3-HPA (reuterin) |
| <i>L. plantarum</i> | Unspecified spoilage mould | ND |
| <i>L. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> DRC1 | <i>A. fumigatus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> | Possibly proteinaceous |
| <i>L. coryniformis</i> Si 3 | Broad spectrum | Peptide, phenyllactic acid, cyclo(Phe-Pro),cyclo(Phe-OH-Pro), reuterin |
| <i>L. plantarum</i> MiLAB 14 | Broad spectrum | Hydroxy fatty acid, phenyl lactic acid, cyclo (Phe-Pro), cyclo(Phe-OH-Pro) |
| <i>Pediococcus pentosaceus</i> MiLAB 24 | Broad spectrum | Cyclo(phe-OH-Pro) |
| <i>L. paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i> M3 | <i>Candida</i> spp., <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Proteinaceous |
| <i>L. rhamnosus</i> | <i>Penicillium</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Fusarium</i> spp. <i>Alternaria</i> spp. | Sodium acetate |

หมายเหตุ ND หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจสอบ

ที่มา : Schnurer and Magnusson (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 วิธีทางกายภาพ

การฉายรังสี การใช้แสงอัลตราไวโอเลต สามารถทำลายสารพิษอะฟลาทอกซินได้ นอกจากนี้ การใช้สารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับ (non-nutritive sorptive material) เช่นสารประกอบประเภท อะลูมิโนซิลิเกต (inert aluminosilicate compound) ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะ โครงสร้างเป็นผลึกประกอบ ด้วยโพรงจำนวนมากกระจายอยู่ระหว่างโมเลกุล ผสมลงในวัตถุดิบอาหาร มีความสามารถที่จะดูดซับ สารพิษอะฟลาทอกซินเอาไว้ในโครงสร้างได้ และการสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ ต่างๆ เช่น อะซิโตน แอลกอฮอล์ คลอโรฟอร์ม เบนซีน เฮกเซน และ ไอโซโพรพานอลในรูปสาร บริสุทธิ์และสารผสม สามารถสกัดอะฟลาทอกซินจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้ (กนกรัตน์ ป้องประ ทุม. 2540) และจากการศึกษาการป้องกันการเจริญของเชื้อรา *A. flavus*, *A. fumigatus* และ *A. sparsus* โดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลตร่วมกับสารเคมี α -aminoisobutylic acid (AIB) พบว่าสามารถยับยั้งการ เจริญของเชื้อราได้ (Elwy. 1999)

Mahmoud *et al.* (1992) ศึกษาผลของรังสีแกมมา ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 และ 4.0 กิโลเกรย์ (Kgy) ต่อการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราในสมุนไพรบางชนิด พบ ว่าที่ระดับความเข้มข้นของรังสีแกมมาทั้ง 2 ระดับสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอก ซินของเชื้อรา *A. flavus* ในชาได้ และสามารถยับยั้งได้ทั้งเชื้อรา *A. parasiticus* เจ้าถิ่นและ *A. parasiticus* NRRL 3145 ในยี่ห่วยและอะเมเทศ โดยยับยั้งได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Youssef (1999) รายงานว่าการใช้รังสีแกมมาในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ ในเนื้อ ที่ อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ พบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่ยับยั้งการสร้างสารพิษได้อย่าง สมบูรณ์ คือ 1.5 กิโลเกรย์ แต่จากรายงานของ Aziz *et al* (2000) พบว่าการฉายรังสีแกมมา ร่วมกับการ เติมโลหะบางชนิด เช่น สังกะสี ทองแดง และเหล็ก ในการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟ ลาทอกซิน B₁ ของเชื้อรา *A. flavus* ในข้าวโพดป่น ขึ้นอยู่กับปริมาณของโลหะ คือการเติมโลหะใน ปริมาณ 100 พีพีเอ็ม จะไปกระตุ้นการสร้างสารพิษ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโลหะ การสร้างสาร พิษจะลดลง

2.7.3 วิธีทางเคมี

มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาถึงการใส่สารเคมีต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษ อะฟลาทอกซิน เช่น

อาทิตย์ พลายมาศ และคณะ (2543) ศึกษาผลของชนิดและระดับสารเคมีที่เหมาะสมในการ ยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษ ในการเก็บรักษาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ระดับความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์

เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ กรดโพธิโตนิกที่ระดับ 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่ากรดโพธิโตนิกที่ความเข้มข้น 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ ส่วนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่าทุกความเข้มข้น สามารถควบคุมการสร้างสารพิษได้แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา

Tabata *et al.* (1999) รายงานว่าในการผลิตแป้งข้าวโพดทางการค้า จะใช้สารละลายโซเดียมไฮโครเจนซัลไฟด์เพื่อลดสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ ในข้าวโพด เมื่อตรวจสอบโดยใช้ FAB-MS และ NMR พบว่า หมู่ซัลเฟอร์จะไปแทนที่บริเวณตำแหน่งพันธะคู่ของ bifuran ring ของสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁

Paster *et al.* (1999) ศึกษาผลของไนซินและกรดโพธิโตนิกในการยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน การเจริญของเชื้อรา และการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. parasiticus*, *A. ochraceus* และ *Fusarium moniliforme* ในเมล็ดข้าวโพด พบว่ากรดโพธิโตนิก 0.05 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไนซินที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1000 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. ochraceus* ได้ โดยกรดโพธิโตนิก 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไนซิน 1000 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. parasiticus* และ *Fusarium moniliforme* ได้อย่างสมบูรณ์ และยังพบว่าการใช้สารเคมี 2 ชนิดร่วมกันให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งดีกว่าใช้สารเคมีตัวเดียว อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ และ G₁ ได้

Hasan (1999) ได้ศึกษาผลของยาฆ่าแมลง 9 ชนิดในการยับยั้งการสังเคราะห์สารพิษอะฟลาทอกซินในเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* พบว่าอนุพันธ์ของกรดฟอสโฟริก (profenfos) ยับยั้งการสร้างอะฟลาทอกซิน, versicolorin A, versiconal hemiacetal acetate และอนุพันธ์ของ phenylurea (linuron และ pencycuron) ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1000 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน

Rodriguez และ Mahony (1994) ศึกษาผลของสารลดแรงตึงผิวต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน การเจริญและการสร้างโคโคนิดของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าสารลดแรงตึงผิว 5 ชนิดคือ Triton X-100, Tergital NP-7, Tergital NP-10, Polyoxyethylene (POE) lauryl ether และ Latron AG-98 ที่ระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการสร้างโคโคนิด และลดการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ 96-99 เปอร์เซ็นต์

Patricia *et al.*(2003) ได้ศึกษาผลของ chlorophyllin(CHL)ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของคลอโรฟิลล์ ในการป้องกันการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน และการเกิดมะเร็ง พบว่า chlorophyllin(CHL) จะเข้าไปรวม

กับโครงสร้างของก้อนมะเร็งและหุคปฏิภพวิทยา ในการศึกษาทางคลินิกพบว่าสามารถใช้ chlorophyllin (CHL) ในการป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินได้อย่างปลอดภัย

Mendez-Albores *et al.*(2004) ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการลดอะฟลาทอกซิน B_1 และอะฟลาทอกซิน B_2 โดยสารละลายกรดซัลฟูริก 1 นอร์มอล ในเมล็ดข้าวโพด และทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินโดยวิธี AFLATEST, immunoaffinity column, High performance liquid chromatography(HPLC) และ Ames test (Salmonella -microsomal screening system) พบว่าสารละลายกรดซัลฟูริกสามารถลดปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินได้

Meier และ Marth(1977) ศึกษาการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินโดยเชื้อรา *A. parasiticus* NRRL 2999 ในอาหาร Yeast extract sucrose (YES) และ Sucrose ammonium salt (SAS) broth ที่มีการเติมเกลือที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราขึ้นกับสารอาหาร ในอาหาร YES ที่เติม NaNO_2 100 พีพีเอ็ม NaCl 2 เปอร์เซ็นต์ หรือ NaCl 1, 2 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับ NaNO_2 200 พีพีเอ็ม หรือ NaNO_3 200 พีพีเอ็ม การเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินลดลง และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในอาหารที่ประกอบด้วย NaCl 1 และ 4 เปอร์เซ็นต์ และในอาหารเหลว SAS ที่ประกอบด้วย NaCl ในเตรคและโนไครค์ จะพบการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและพบการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้นในอาหาร SAS ที่เติม NaNO_3 200 พีพีเอ็ม

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

Rasooli และ Abyaneh (2004) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากต้นไทม์ (*Thyme eriocalyx* และ *Thyme xporlock*) มีผลยับยั้งการเจริญของ *A. parasiticus* สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น (Juliano *et al.* 2000; Karaman *et al.* 2001; Tzakou *et al.* 1998; Benjilali *et al.* 1984) และประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญต่อเชื้อรา *Aspergillus* ด้วยสมุนไพร แสดงดังตารางที่ 2.3 และสารประกอบซีโอไลต์ที่เกิดจาก clinoptilolite, heulandite และซีโอไลต์ที่เชื่อมพันธะกับสารประกอบ octadecyldimethyl benzyl ammonium chloride และ dioctadecyldimethyl ammonium chloride ที่เรียกว่า organozeolite สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดซับสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁, zearalenone, ochratoxin A และ ergopeptide alkaloid (Tomasevic-Canovic *et al.* 2003)

ตารางที่ 2.3 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus* โดยสมุนไพรต่างๆ

| สารประกอบของสมุนไพร | ความเข้มข้น | จำนวนสปอร์ | ประสิทธิภาพการยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์) |
|--|-------------|------------|-------------------------------------|
| กลุ่มควบคุม | - | 25±1.76 | - |
| Neem oil (v/v) <i>Azadirachta indica</i> | 0.1 | 16±1.73 | 36 |
| | 0.2 | 12±1.45 | 52 |
| | 0.5 | 4±0.58 | 84 |
| Mahua oil (v/v) <i>Bassia latifolia</i> | 0.1 | 25±0.33 | 0 |
| | 0.2 | 25±1.45 | 0 |
| | 0.5 | 22±1.73 | 12 |
| Karanj oil (v/v) <i>Pongamia glabra</i> | 0.1 | 23±1.15 | 8 |
| | 0.2 | 23±0.33 | 8 |
| | 0.5 | 22±2.52 | 12 |
| Neem seed cake (w/v) | 0.1 | 21±1.53 | 16 |
| | 0.2 | 21±0.58 | 16 |
| | 0.5 | 19±1.15 | 25 |
| | 1.0 | 17±0.88 | 32 |
| | 2.5 | 17±0.58 | 32 |
| | 5.0 | 17±2.0 | 32 |
| | 10.0 | 16±1.73 | 36 |
| Neem leaves (w/v) | 0.1 | 24±1.0 | 4 |
| | 0.2 | 23±0.33 | 8 |
| | 0.5 | 22±2.08 | 12 |
| Asafoetida (w/v) <i>Ferula asafoetida</i> | 0.1 | 19±1.45 | 24 |
| | 0.2 | 19±2.64 | 24 |
| | 0.5 | 19±0.58 | 24 |
| Karanj seed cake (w/v) | 0.1 | 21±1.15 | 7 |
| | 0.2 | 20±1.53 | 14 |
| | 0.5 | 20±0.58 | 20 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3(ต่อ)

| สารประกอบของสมุนไพร | ความเข้มข้น | จำนวนสปอร์ | ประสิทธิภาพการยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์) |
|---|-------------|------------|--|
| Onion (w/v) <i>Allium cepa</i> | 0.1 | 24±1.15 | 4 |
| | 0.2 | 24±0.58 | 4 |
| | 0.5 | 22±1.53 | 12 |
| | 1.0 | 23±1.0 | 8 |
| Garlic (w/v) <i>Allium satium</i> | 0.1 | 21±0.33 | 16 |
| | 0.2 | 21±1.45 | 16 |
| | 0.5 | 18±1.0 | 28 |
| | 1.0 | 18±0.58 | 28 |
| Thulasi leaf extract (v/v) <i>Ocimum sanctum</i> | 0.1 | 23±1.76 | 8 |
| | 0.2 | 23±0.58 | 8 |
| | 0.5 | 23±1.73 | 8 |
| | 1.0 | 23±1.20 | 8 |
| Clove oil (v/v) <i>Eugenia caryophyllus</i> | 0.1 | 17±1.20 | 32 |
| | 0.2 | 18±1.15 | 28 |
| | 0.5 | 0 | 100 |

ที่มา : Gowda *et al.* (2004)

Ellis (1999) ศึกษาการลดปริมาณสารพิษของอะฟลาทอกซิน B₁ ในปลาเทราท์ (trout) โดยใช้อาหารปลาที่มีส่วนผสมของอะฟลาทอกซิน B₁ สองสูตร คือ สูตรที่หนึ่ง ผสมอะฟลาทอกซิน B₁ ในอาหารปลาปกติ และสูตรที่สองผสมในอาหารปลาที่มีการเติมโซเดียมเบนโทไนท์ (sodium bentonite) 2 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น 7 วัน นำของเหลวในตัวปลาและส่วนของอวัยวะมาวิเคราะห์ทางเคมี ในอาหารปลาสูตรที่ 1 พบ อะฟลาทอกซิน B₁ ลดลงโดยเฉลี่ย 0.05 นาโนกรัมต่อกรัม เมื่อวิเคราะห์อัตราการการลดลงของ อะฟลาทอกซิน B₁ ในปลาที่ให้อาหารสูตรที่ 2 พบว่า อะฟลาทอกซิน B₁ ในตับและไต ลดลงสูงถึง 80±10 เปอร์เซ็นต์

Hernandez *et al.* (2001) พบว่า การลดการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน B₁ ในข้าวโพดด้วยปฏิกิริยา ammonification โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการปนเปื้อนในการหมักเอทานอลด้วยข้าวโพดที่มีอะฟลาทอกซิน B₁ ปนเปื้อนอยู่ การใช้เกลือ ammonium persulfate ความเข้มข้นที่ต่างกันดังนี้ 0.25, 0.50, 1.00, 1.5 และ 2.0 % มีการเติม azodicarbonamide, benzoyl peroxide และ hydrogen peroxide

โดยเติม hydrogen peroxide ใน 3 กระบวนการ คือ กระบวนการ liquefaction, saccharification และ fermentation พบว่า การทดลองที่มีการเติมเกลือ ammonium persulfate 2.0% และมีการเติม benzoyl peroxide 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซิน B₁ ได้มากที่สุด โดยไม่กระทบกับผลผลิตเอทานอล

Gowda *et al.* (2004) ศึกษาผลของสารเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือระหว่าง กรดโพธิโอนิก 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนีย 0.5 เปอร์เซ็นต์ คอปเปอร์ซัลเฟต 0.08-0.5 เปอร์เซ็นต์ กรดเบนโซอิก 0.1-0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการยับยั้งการเจริญของ *A. parasiticus* อย่างสมบูรณ์ ส่วนยูเรีย กรดซิตริก และโซเดียมโพธิโอเนต ยับยั้งการเจริญของ *A. parasiticus* ได้ปานกลางประมาณ 36-64 เปอร์เซ็นต์ และในการศึกษาผลของสารสกัดสมุนไพร พบว่าน้ำมันกานพลู 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลยับยั้ง *A. parasiticus* ได้อย่างสมบูรณ์ ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของ *A. parasiticus* ด้วยสารเคมีและสารสกัดสมุนไพรต่างๆ กัน แสดงได้ในตารางที่ 2.4, 2.5 และ 2.6



ตารางที่ 2.4 ประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus* sp.

| สารเคมี | ความเข้มข้น | จำนวนสปอร์ | ปริมาณการยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์) |
|--------------------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| กลุ่มควบคุม | - | 25±1.76 | - |
| กรด โพรพิโอนิก (v/v) | 0.1 | 0 | 100 |
| | 0.2 | 0 | 100 |
| | 0.5 | 0 | 100 |
| แอมโมเนีย (v/v) | 0.1 | 20±1.20 | 20 |
| | 0.2 | 10±0.58 | 60 |
| | 0.5 | 0 | 100 |
| ยูเรีย (w/v) | 0.1 | 16±1.85 | 36 |
| | 0.2 | 10±0.88 | 60 |
| | 0.5 | 9±1.73 | 64 |
| โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (v/v) | 0.1 | 8±0.33 | 68 |
| | 0.2 | 6±0.58 | 76 |
| | 0.5 | 9±1.15 | 84 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

| สารเคมี | ความเข้มข้น | จำนวนสปอร์ | ปริมาณการยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์) |
|------------------------|-------------|------------|-----------------------------------|
| คอปเปอร์ซัลเฟต (w/v) | 0.04 | 16±0.88 | 36 |
| | 0.08 | 0 | 100 |
| | 0.10 | 0 | 100 |
| | 0.12 | 0 | 100 |
| | 0.20 | 0 | 100 |
| | 0.50 | 0 | 100 |
| กรดเบนโซอิก (w/v) | 0.1 | 0 | 100 |
| | 0.2 | 0 | 100 |
| | 0.5 | 0 | 100 |
| กรดซิตริก (w/v) | 0.1 | 20±0.88 | 20 |
| | 0.2 | 16±0.88 | 36 |
| | 0.5 | 15±0.58 | 40 |
| โซเดียมคลอไรด์ (w/v) | 0.5 | 25±1.76 | 0 |
| | 1 | 26±2.52 | -4 |
| | 2 | 26±0.88 | -4 |
| โซเดียมโทรฟิโอนต (w/v) | 0.1 | 16±0.88 | 36 |
| | 0.2 | 17±0.58 | 32 |
| | 0.5 | 16±0.58 | 36 |

ที่มา : Gowda *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ผลของการยับยั้งการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินด้วยสารเคมีในอาหารสัตว์

| สารเคมี | ปริมาณ | จำนวนสปอร์ (logCFU/g) | ปริมาณอะฟลาทอกซิน (ppb) | ปริมาณอะฟลาทอก- ซินที่ลดลง (%) |
|----------------------------|--------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Propionic acid (v/w) | 0.0 | 7.43c±0.018 | 5776b±61.98 | - |
| | 0.05 | 5.25d±0.042 | 11a±0.21 | 100 |
| | 0.1 | 4.53c±0.015 | ND ^b | 100 |
| | 0.2 | 4.37b±0.017 | ND | 100 |
| | 0.5 | 4.22a±0.039 | ND | 100 |
| Sodium propionate (w/w) | 0.0 | 7.95d±0.028 | 13,893b± 241.58 | |
| | 0.1 | 6.32c±0.036 | 50a ± 2.08 | 100 |
| | 0.2 | 4.83b±0.074 | ND | 100 |
| | 0.5 | 3.92a±0.077 | ND | 100 |
| Benzoic acid (w/w) | 0 | 7.61e±0.012 | 6661d±133.23 | |
| | 0.01 | 7.23d±0.029 | 5316c±93.74 | 20 |
| | 0.05 | 6.69c±0.013 | 4905b±54.99 | 26 |
| | 0.1 | 5.48b±0.008 | 358a±12.02 | 95 |
| | 0.2 | 4.57a±0.006 | ND | 100 |
| Citric acid (w/w) | 0 | 6.44d±0.045 | 1809d±22.99 | |
| | 0.1 | 5.58c±0.019 | 1018c±34.59 | 44 |
| | 0.2 | 5.46c±0.005 | 803b±19.44 | 56 |
| | 0.5 | 4.54b±0.025 | 157a±6.99 | 91 |
| | 1.0 | 4.36a±0.044 | 93a±3.47 | 95 |
| Urea (w/w) | 0 | 7.13b±0.029 | 6388c±80.5 | |
| | 0.1 | 6.36a±0.017 | 401b±6.1 | 94 |
| | 0.2 | 6.36a±0.022 | 286ab±6.96 | 96 |
| | 0.5 | 6.32a±0.012 | 209a±7.59 | 97 |
| Ammonia (v/w) | 0 | 7.66d±0.003 | 11,898d±155.370 | |
| | 0.1 | 7.27c±0.008 | 5376c±46.97 | 55 |
| | 0.2 | 6.77b±0.028 | 4650b±75.57 | 61 |
| | 0.5 | 4.99a±0.015 | 21a±0.97 | 100 |
| Copper sulfate (w/w) | 0 | 8.43c±0.018 | 15,935d±202.22 | |
| | 0.04 | 8.17b±0.051 | 8574c±81.16 | 46 |
| | 0.06 | 8.28b±0.013 | 4580b±58.57 | 71 |
| | 0.08 | 7.83a±0.017 | 2260a±21.19 | 86 |

ที่มา : Gowda *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ผลของการยับยั้งการผลิตสารพิษอะฟลาทอกซินด้วยสารสกัดสมุนไพรในอาหารสัตว์

| สารเคมี | ปริมาณ | จำนวนสปอร์ (logCFU/g) | ปริมาณอะฟลาทอกซิน (ppb) | ปริมาณอะฟลาทอกซิน ที่ลดลง (%) |
|----------------------|--------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Clove oil(v/w) | 0 | 8.71e±0.007 | 10,842d±136.54 | |
| | 0.1 | 7.59d±0.013 | 7708c±125.32 | 29 |
| | 0.2 | 6.51c±0.008 | 5543b±101.53 | 49 |
| | 0.5 | 4.58b±0.010 | 21a±0.92 | 100 |
| | 1.0 | 4.13a±0.029 | ND ^b | 100 |
| Neem oil (v/w) | 0 | 7.68d±0.016 | 8675e±47.94 | |
| | 0.1 | 7.48c±0.017 | 7504d±77.74 | 14 |
| | 0.2 | 7.43c±0.018 | 7053c±35.44 | 19 |
| | 0.5 | 6.63b±0.033 | 6411b±58.49 | 26 |
| | 1.0 | 6.27a±0.034 | 5055a±61.12 | 42 |
| Neem seed cake (w/w) | 0 | 8.69e±0.033 | 9985e±93.72 | |
| | 0.5 | 8.68e±0.021 | 9868e±40.08 | 1 |
| | 1.0 | 8.37d±0.049 | 9104d±47.78 | 9 |
| | 2.5 | 7.64c±0.032 | 8738c±33.23 | 13 |
| | 5.0 | 7.50b±0.024 | 7839b±30.66 | 22 |
| | 10.0 | 6.77a±0.017 | 5288a±128.33 | 47 |
| Turmeric (w/w) | 0 | 7.75e±0.016 | 10,827e±136.38 | |
| | 0.1 | 7.25d±0.042 | 6875d±109.04 | 37 |
| | 0.2 | 6.60c±0.019 | 3923d±68.32 | 64 |
| | 0.5 | 6.16b±0.069 | 2460b±35.86 | 77 |
| | 1.0 | 5.60a±0.006 | 1683a±40.93 | 85 |
| Onion (w/w) | 0 | 8.69c±0.018 | 11,547±102.76 | |
| | 0.1 | 7.71b±0.007 | 4129±60.36 | 64 |
| | 0.2 | 7.68b±0.013 | 3768±85.55 | 67 |
| | 0.5 | 7.68b±0.005 | 3173±68.10 | 73 |
| | 1.0 | 7.01a±0.018 | 2702±34.28 | 77 |
| Garlic (w/w) | 0 | 6.61e±0.009 | 1716d±52.88 | |
| | 0.1 | 6.24d±0.034 | 1419c±35.67 | 17 |
| | 0.2 | 5.72c±0.014 | 489b±28.62 | 72 |
| | 0.5 | 5.41b±0.045 | 337a±18.32 | 80 |
| | 1.0 | 5.24a±0.036 | 268a±15.52 | 84 |

ที่มา : Gowda *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เชื้อจุลินทรีย์

A. flavus IMI 242684 จาก International Mycological Institute ประเทศอังกฤษ

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 อุปกรณ์

- 3.2.1.1 งานเพาะเชื้อ
- 3.2.1.2 ถาดเขี่ยเชื้อ
- 3.2.1.3 เข็มเขี่ยเชื้อ
- 3.2.1.4 ขวดขนาดเล็ก (Vial)
- 3.2.1.5 ตู้บ่มเชื้อ
- 3.2.1.6 Haemocytometer
- 3.2.1.7 เครื่องกลั่นระเหยระบบสูญญากาศ (rotary evaporator) (ยี่ห้อ Buchi)
- 3.2.1.8 ปั๊มสูญญากาศ(vacuum pump)
- 3.2.1.9 กรวยแยก(separatory funnel)
- 3.2.1.10 Lichrolut Column Chromatography
- 3.2.1.11 เครื่อง High Pressure Liquid Chromatography (HPLC, Shimazu) ประกอบกับ Spectrophotometric detector SPD-6A
- 3.2.1.12 ฟลาสก์ก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตร
- 3.2.1.13 ฟลาสก์รูปชมพู่ขนาด 125 และ 250 มิลลิลิตร
- 3.2.1.14 เครื่องกรอง millipore
- 3.2.1.15 เครื่องชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 สารเคมี

- 3.2.2.1 เมทานอล
- 3.2.2.2 คลอโรฟอร์ม
- 3.2.2.3 แอมโมเนียมซัลเฟต
- 3.2.2.4 เฮกเซน
- 3.2.2.5 เบนซีน
- 3.2.2.6 กรดแอสติค
- 3.2.2.7 เอทิลอีเทอร์
- 3.2.2.8 ไคคลอโรมีเทน
- 3.2.2.9 อะซีโตน
- 3.2.2.10 แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$)
- 3.2.2.11 แอมโมเนียมคาร์บอเนต ($(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3$)
- 3.2.2.12 แอมโมเนียมคลอไรด์ ($\text{NH}_4 \text{Cl}$)

3.3 การเตรียมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684

ใช้ลูป (loop) เชียสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* ในอาหาร PDA slant ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน นำไปใส่ในสารละลาย Semisolid suspension (ที่ประกอบด้วย ผงวุ้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ tween 80 0.05 เปอร์เซ็นต์ และน้ำกลั่น 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยนำส่วนผสมต่างๆ มาผสมกันแล้วนำมาใส่ลงในขวดเล็ก จำนวน 0.2-0.4 มิลลิลิตร และนำมาเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที)

3.4 การเตรียมสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684

เชี่ยเชื้อจาก stock culture ลงใน PDA slant ให้เชื้อมีการเจริญ 7 วัน หลังจากนั้นนำมาถ่าย เชื้อลงในพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร ที่มีอาหาร PDA 200 มิลลิลิตร ให้เชื้อมีการเจริญ 7 วัน ที่ อุณหภูมิห้อง ทำสารละลายสปอร์โดยใช้น้ำกลั่นผสม tween 80 ที่นำมาเชื้อแล้วเทลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ใช้ลูปเชียสปอร์ให้หลุดออกจากอาหารให้หมดแล้วกรองสารละลายที่ได้ผ่านสำลีโดยใช้ชุดกรองที่ฆ่า

เชื้อแล้ว สารละลายสปอร์ที่ได้จะนำมาทำการนับโดยใช้ Haemocytometer ให้มีความเข้มข้นของสปอร์ 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.5 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เตรียมอาหาร malt extract agar และ อาหารข้าวโพดสกัดขูดละ 100 มล. (ภาคผนวก ค) ทำให้ปลอดเชื้อโดยการนึ่งภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 15 นาที นำมาผสมเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคาร์บอเนต และ แอมโมเนียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทอาหารลงในจานเพาะเชื้อ ก่อนทำการทดลอง

3.6 การศึกษาผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ malt extract agar และ อาหารข้าวโพดสกัด

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยกำหนดให้มีความเข้มข้นของเกลือที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม) 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นทรีทเมนต์ โดยกำหนดให้ช่วงเวลาของการบ่มเชื้อซึ่งห่างกันช่วงละ 1 วันเป็นบล็อก ทั้งหมด 7 วัน เริ่มทดลองโดยใช้ลูกบดและวันใน Semisolid suspension ของเชื้อราถ่ายลงในอาหาร malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือที่ความเข้มข้นต่างๆ (ความเข้มข้นละ 5 ซีซี) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ตรวจสอบผลทุกวัน โดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) (สุรพล อุปลิตสฤต. 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การหาความชื้นในเมล็ดข้าวโพด

นำเมล็ดข้าวโพดมาวิเคราะห์หาความชื้นโดยวิธีของ Pomeranz และ Melon (1994) มีวิธีการดังนี้

อบภาชนะที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในเคชิกเคเตอร์แล้วนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ทำอย่างน้อย 3 ซ้ำจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ บันทึกค่าที่ได้ทั้งหมดไว้ ใส่น้ำข้าวโพดลงไป 5 กรัมในแต่ละภาชนะ บันทึกค่าที่ชั่งข้าวโพดพร้อมกับภาชนะแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเคชิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักข้าวโพดและภาชนะอีกครั้ง และวิเคราะห์หาความชื้นจากสูตรคำนวณ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่มีอยู่ในข้าวโพด} = \frac{(\text{น้ำหนักข้าวโพดและภาชนะครั้งที่ 1}) - (\text{น้ำหนักข้าวโพดและภาชนะครั้งที่ 2}) \times 100}{\text{น้ำหนักข้าวโพดจริง}}$$

3.8 การศึกษาผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษของเชื้อรา

A. *flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยมีความเข้มข้นของเกลือ 0 (กลุ่มควบคุม) 1 2 3 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์เป็นทรีทเม้นท์ และใช้ช่วงเวลาบ่มเชื้อ คือหลังจากเพาะเชื้อ 7 14 21 และ 28 วันเป็นบล็อก เริ่มทดลองโดยเตรียมข้าวโพดบรรจุถุง ๆ ละ 50 กรัม นำไปฆ่าเชื้อภายใต้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ปรับความชื้นให้เป็น 22-23 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีของ Ramakrishna *et al.* (1996) ดังสูตร

$$V = \frac{W(Y-A)}{100-Y} - I$$

V คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ปรับความชื้น (มิลลิลิตร)

W คือ น้ำหนักของข้าวโพด (กรัม)

Y คือ ความชื้นที่ต้องการ (23 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A คือ ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์)

I คือ ปริมาณสปอร์เชื้อรา (มิลลิลิตร)

ใส่สารละลายสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* (ที่เตรียมจากข้อ 3.4) ลงในข้าวโพด เพื่อให้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นเป็น 10^6 สปอร์ต่อกรัม เติมเกลือชนิดต่าง ๆ ตามความเข้มข้นที่ต้องการ ในแต่ละระดับความเข้มข้น ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำแต่ละถุงไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เก็บตัวอย่างในวันที่ 7 14 21 และ 28 เพื่อนับปริมาณสปอร์ของเชื้อราและวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาทอกซิน

3.8.1 การศึกษาผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 24268 โดยการนับสปอร์

นำตัวอย่างข้าวโพดที่ได้ทำการถั่วเชื้อ *A. flavus* IMI 242684 และเติมสารเคมีที่ความเข้มข้น 0 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ มาทำ spore suspension โดยใช้น้ำกลั่นและ tween 80 ที่ฆ่าเชื้อแล้ว กรองเส้นใยออกด้วยตาถี่โดยใช้ชุดกรองที่ฆ่าเชื้อ และนำ spore suspension ที่ได้มานับจำนวนโดยใช้ Haemocytometer แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทริทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (สุรพล อุปคิตสกุล, 2536)

3.8.2 การสกัดสารพิษอะฟลาทอกซิน

การสกัดอะฟลาทอกซินโดยประยุกต์จากวิธี Sep Pak method และวิธี Rapid method (Seitz and Mohr, 1974)

นำข้าวโพดที่ต้องการสกัดมา 50 กรัม ใส่ลงในเครื่องบด (blender) เติมเมทานอล 100 มล. เขย่าเป็นเวลา 1-2 นาที กรองด้วยกระดาษฟิวท์แมนเบอร์ 1 จะได้สารละลายเมทานอลที่มีอะฟลาทอกซินละลายอยู่ นำสารละลายเมทานอลที่มีอะฟลาทอกซินละลายอยู่มา 40 มล. ใส่กรวยแยก เติมแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) 20 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 80 มิลลิลิตร (อุณหภูมิ 40 - 50 องศาเซลเซียส) แล้วเติมเฮกเซน 40 มิลลิลิตร เขย่า แล้วทิ้งไว้จนแยกชั้น โดยแยกชั้นเฮกเซนออกจากสารละลายของเมทานอลและแอมโมเนียมซัลเฟต เติมคลอโรฟอร์มลงในสารละลายที่เหลือจำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วแยกชั้นคลอโรฟอร์มออกมา ทำซ้ำอีกครั้ง นำสารละลายคลอโรฟอร์มที่มีอะฟลาทอกซิน

ละลายอยู่มาระเหยภายใต้สุญญากาศจนแห้ง เติมส่วนผสมของคลอโรฟอร์มกับเฮกเซนในอัตราส่วน 3 ต่อ 7 ลงไป 10 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้มาผ่าน Lichrolut Column Chromatography หลังจากนั้นทำการล้างคอลัมน์โดยใช้เฮกเซน 10 มิลลิลิตร แล้วใช้ส่วนผสมของเบนซีนกับกรดแอสซิติคในอัตราส่วน 95.5 ต่อ 4.5 จำนวน 10 มิลลิลิตร ล้างครั้งสุดท้ายด้วยส่วนผสมของเอทิลอีเทอร์กับเฮกเซนในอัตราส่วน 60 ต่อ 40 จำนวน 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นจะล้างอะฟลาทอกซินออกโดยใช้สารละลายไดคลอโรมีเทนกับอะซิโตน 9 ต่อ 1 จำนวน 15 มิลลิลิตร นำสารที่ได้ไประเหยภายใต้สุญญากาศจนแห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หาอะฟลาทอกซินต่อไป

3.8.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินโดยใช้ HPLC

นำเมทานอล 1 มิลลิลิตร ละลายอะฟลาทอกซินที่อยู่ในขวดตัวอย่าง นำมากรองด้วยแผ่น membrane filter (millipore) 0.45 ไมโครเมตร ใส่ในขวดเล็ก (vial) แล้วนำไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC (Shimadzu) ใช้ UV spectrophotometric detector SPD-6A 365 นาโนเมตร Absorbance 0.02 ใช้คอลัมน์ reverse phase C₁₈ ขนาด 4.9 x 25 ซม. Flow rate 1 มิลลิลิตรต่อนาที mobile phase ใช้อัตราส่วนของเมทานอล : น้ำ : กรดแอสซิติค (30:63:7) บันทึกรายการโครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซิน แล้วใช้ data module model G-R 64 Chromatopac เป็น integrator คำนวณค่าที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจาก peak area และ retention time

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar

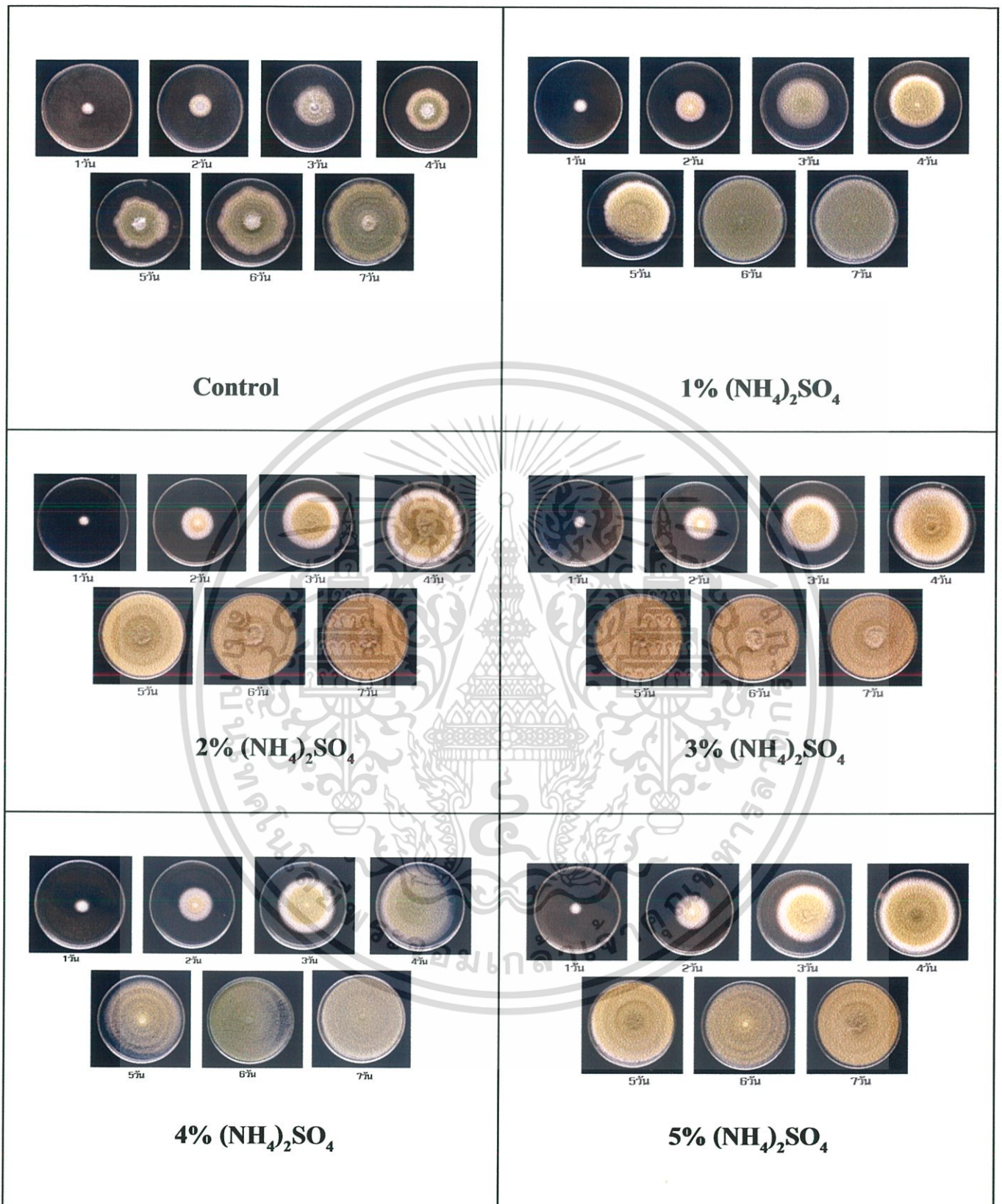
4.1.1 ผลของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาบ่มเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.34 | 3.62 | 2.36 | 2.36 | 2.32 | 2.34 |
| 2 | 3.20 | 4.48 | 4.74 | 4.80 | 4.84 | 4.84 |
| 3 | 4.46 | 6.76 | 6.88 | 6.98 | 7.16 | 7.80 |
| 4 | 5.92 | 8.06 | 8.34 | 8.48 | 8.50 | 8.50 |
| 5 | 7.82 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 6 | 8.50 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือ

แอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.1 มาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2 พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีผลต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar แยกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.1 พบว่าความแตกต่างทางสถิติแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่หนึ่ง ได้แก่ควบคุมและกลุ่มที่สอง ได้แก่กลุ่มที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้น โดยที่เกลือแอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|------------------------|----|----------|---------|----------|
| ช่วงเวลามบ่มเชื้อ(วัน) | 6 | 236.8111 | 39.4685 | 176.1638 |
| ความเข้มข้นเกลือ | 5 | 11.0581 | 2.2116 | 9.8714* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 6.7213 | 0.2240 | |
| ผลรวม | 41 | 254.5906 | | |

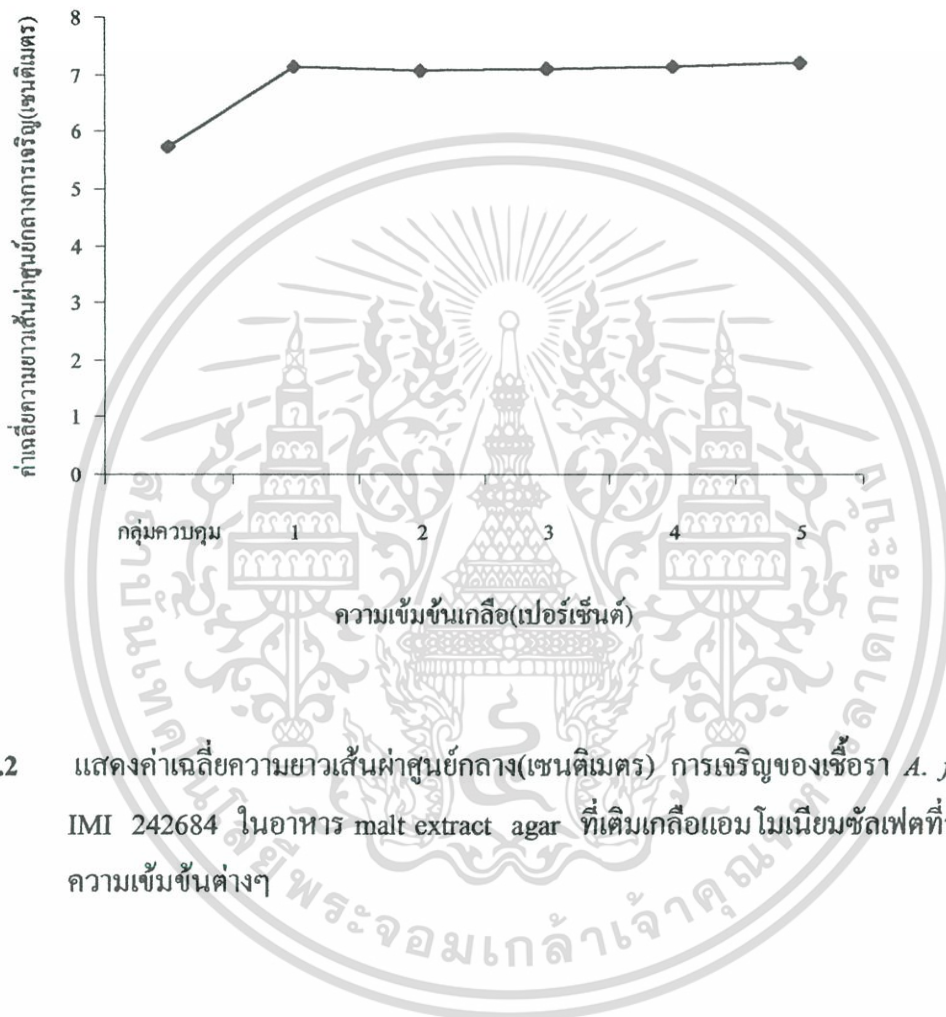
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.74 ^b |
| 1 | 7.13 ^a |
| 2 | 7.04 ^a |
| 3 | 7.08 ^a |
| 4 | 7.11 ^a |
| 5 | 7.21 ^a |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



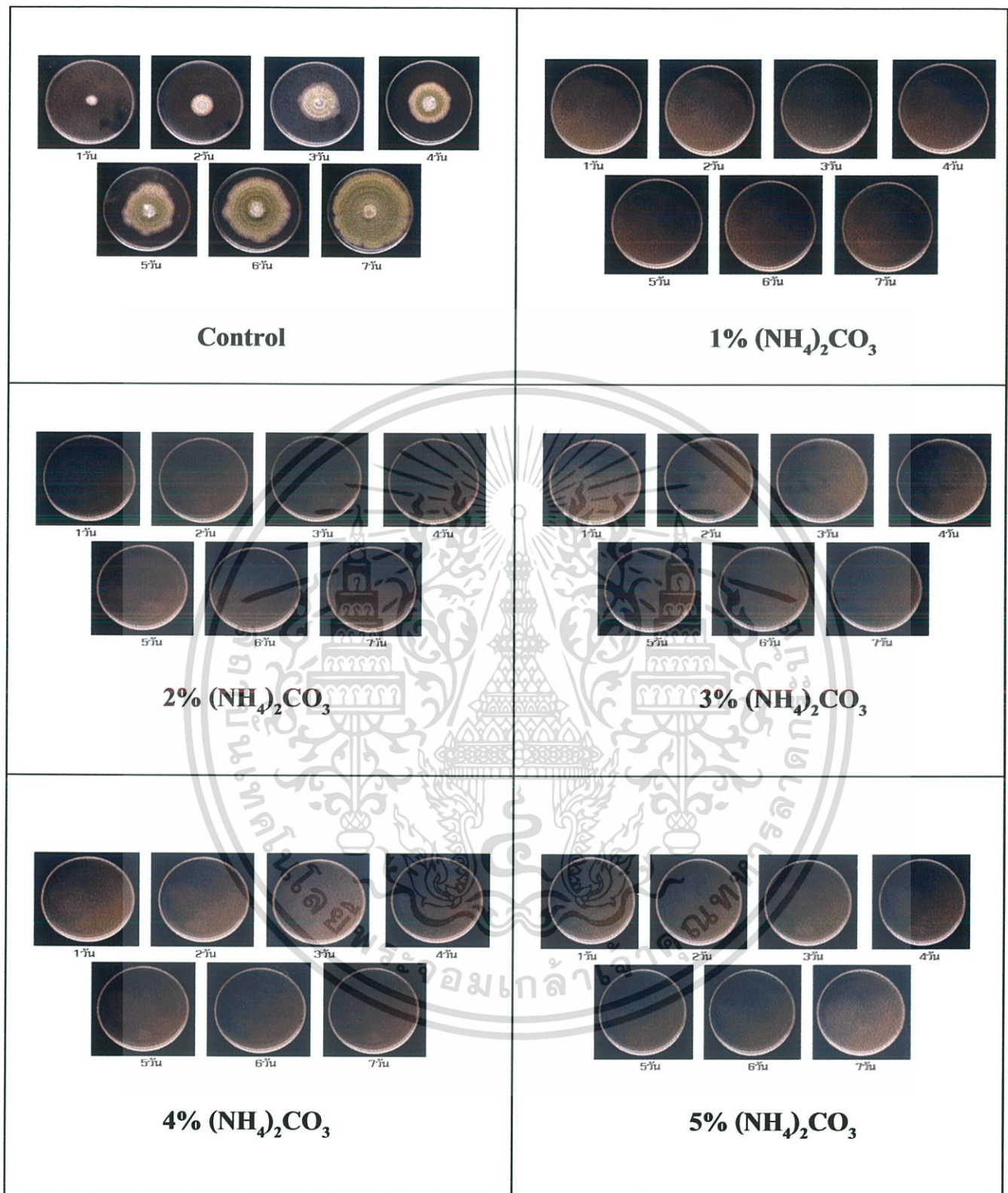
ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอม โมนิเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

4.1.2 ผลของเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0(กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3 , 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.4 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาที่บ่มเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 4.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 5.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 7.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 8.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |



ภาพที่ 4.3 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติม

เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.4 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.5 พบว่า กลี้อแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.3 พบว่าความแตกต่างกันทางสถิติแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่หนึ่ง ได้แก่ควบคุมและกลุ่มที่สอง ได้แก่กลุ่มที่เติมกลี้อแอม โมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้น โดยที่กลี้อแอม โมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ และให้ผลควบคุมดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมกลี้อแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|------------------------|----|----------|---------|----------|
| ช่วงเวลายบ่มเชื้อ(วัน) | 6 | 8.3422 | 1.3904 | 1.0000 |
| ความเข้มข้นกลี้อ | 5 | 192.7688 | 38.5538 | 27.7290* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 41.7112 | 1.3904 | |
| ผลรวม | 41 | 242.8222 | | |

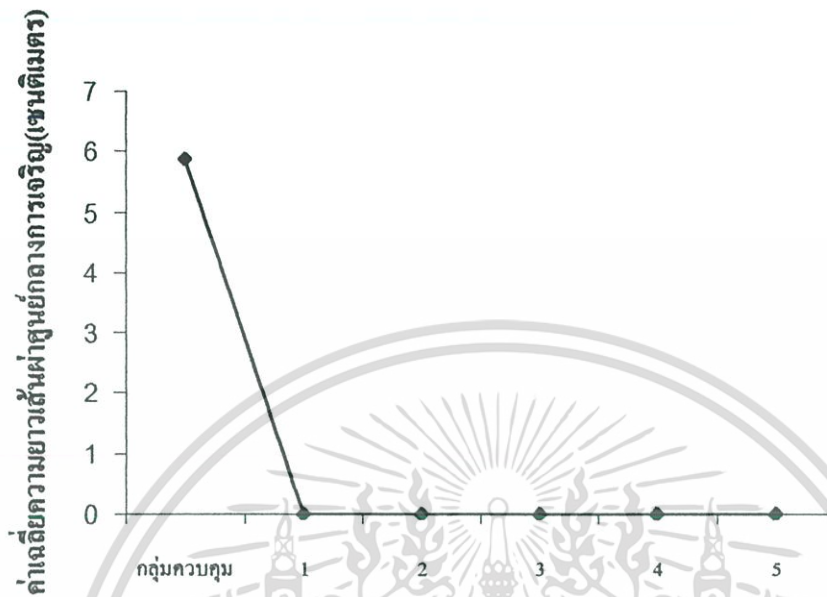
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมกลี้อแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นกลี้อ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.74 ^a |
| 1 | 0 ^b |
| 2 | 0 ^b |
| 3 | 0 ^b |
| 4 | 0 ^b |
| 5 | 0 ^b |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญของเชื้อรา

A. flavus IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.5

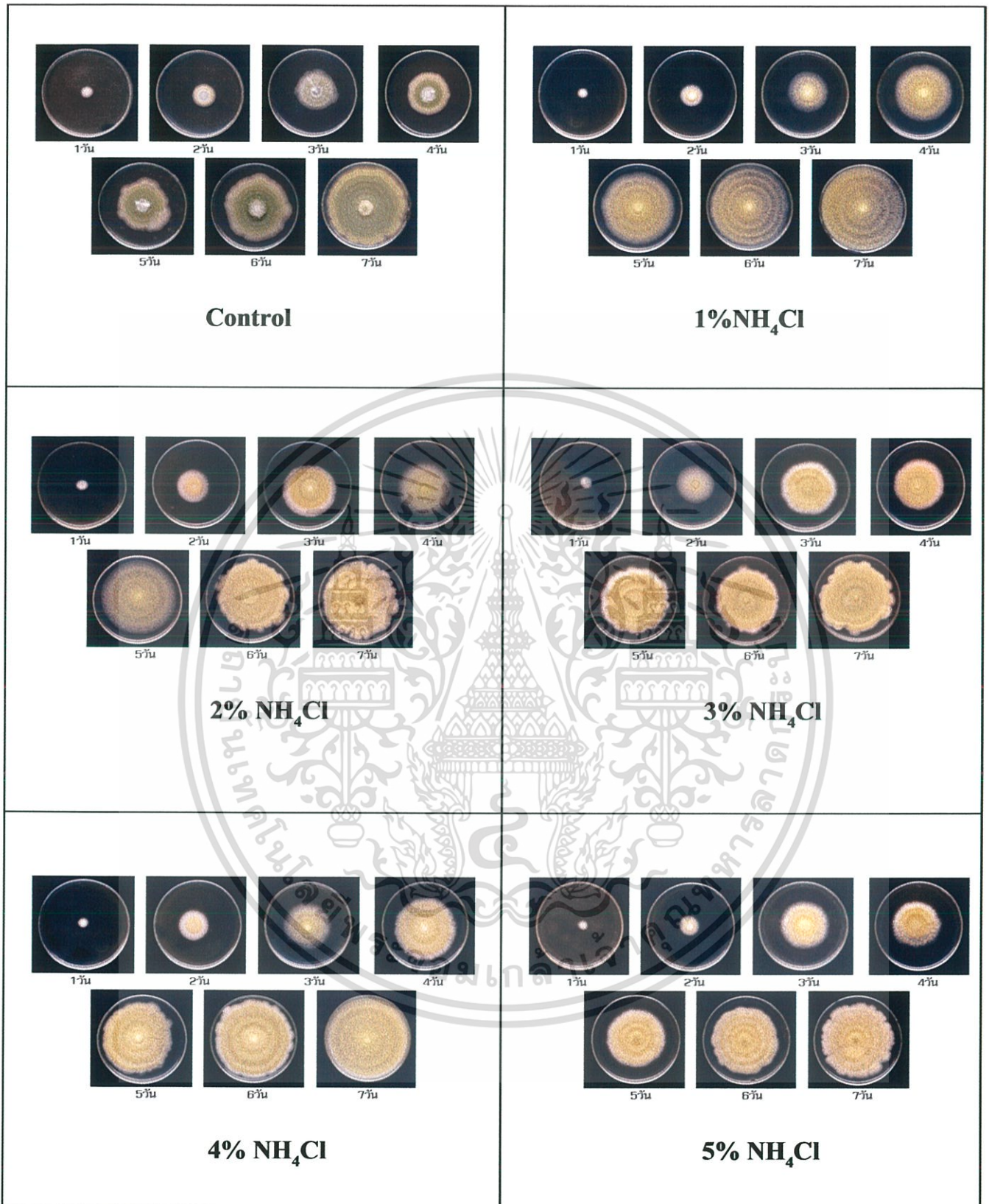
ตารางที่ 4.7 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นเกลือ (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.34 | 1.82 | 1.60 | 1.40 | 1.36 | 1.20 |
| 2 | 3.20 | 2.05 | 1.90 | 1.75 | 1.54 | 1.50 |
| 3 | 4.46 | 3.45 | 3.38 | 3.24 | 3.00 | 2.98 |
| 4 | 5.92 | 4.85 | 4.78 | 4.57 | 4.02 | 3.95 |
| 5 | 7.82 | 5.87 | 5.69 | 5.58 | 5.54 | 5.05 |
| 6 | 8.50 | 6.96 | 6.85 | 6.87 | 6.65 | 6.29 |
| 7 | 9.00 | 7.87 | 7.79 | 7.64 | 7.63 | 7.54 |

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.7 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.8 พบว่าเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.6 พบว่าความแตกต่างทางสถิติแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่หนึ่งได้แก่ควบคุม กลุ่มที่สองได้แก่ความเข้มข้นของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่สามได้แก่ความเข้มข้นของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยที่กลุ่มควบคุมไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน และที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ระดับความเข้มข้นที่สามารถควบคุมการเจริญได้ดีที่สุดคือ 4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่

เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

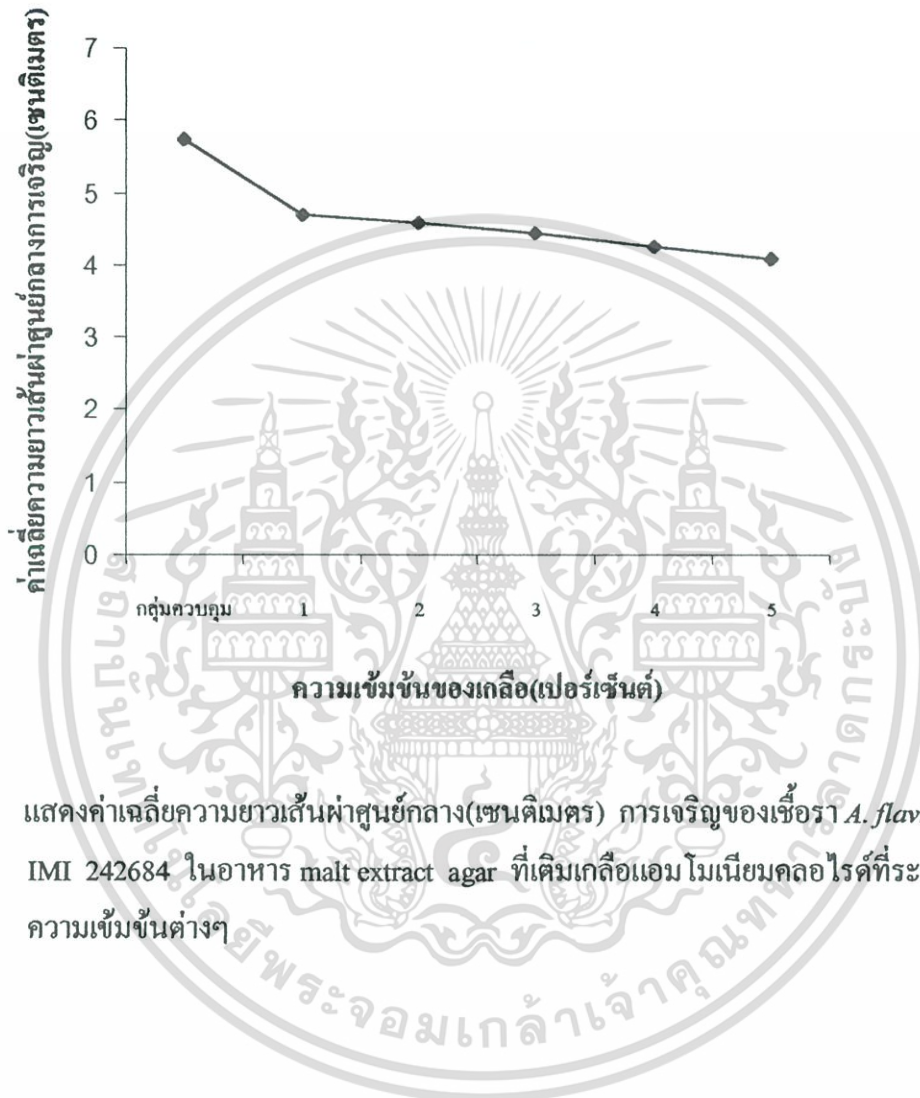
| แหล่งความแปรผัน | Df | SS | MS | F |
|------------------------|----|----------|---------|----------|
| ช่วงเวลามบ่มเชื้อ(วัน) | 6 | 220.1404 | 36.6901 | 356.8521 |
| ความเข้มข้นเกลือ | 5 | 12.2693 | 2.4539 | 23.8665* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 3.0845 | 0.1028 | |
| ผลรวม | 41 | 235.4941 | | |

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.74 ^a |
| 1 | 4.69 ^b |
| 2 | 4.57 ^b |
| 3 | 4.43 ^b |
| 4 | 4.24 ^c |
| 5 | 4.07 ^c |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมเกลือแอม โมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

4.2 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด

4.2.1 ผลของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0(กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา ทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.10 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลารวม เชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.38 | 2.23 | 2.23 | 2.23 | 2.21 | 2.21 |
| 2 | 3.18 | 3.88 | 3.88 | 4.41 | 4.42 | 4.42 |
| 3 | 5.82 | 4.53 | 4.53 | 6.15 | 6.22 | 6.34 |
| 4 | 6.28 | 5.63 | 5.63 | 7.22 | 7.61 | 7.88 |
| 5 | 7.28 | 6.38 | 6.38 | 8.02 | 8.22 | 8.31 |
| 6 | 8.12 | 7.35 | 7.36 | 8.28 | 8.19 | 8.51 |
| 7 | 9.00 | 8.12 | 8.52 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |



ภาพที่ 4.7 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือ

แอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.10 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.11 พบว่า กลีโอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสัปดาห์แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.8 พบว่าความแตกต่างกันทางสถิติแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่หนึ่งได้แก่ควบคุมกลุ่มที่สองได้แก่กลุ่มแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่เดิมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเมื่อเลี้ยงเชื้อเป็นเวลา 7 วัน กลีโอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสัปดาห์ที่เดิมกลีโอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|------------------------|----|-----------|------------|------------|
| ช่วงเวลายบ่มเชื้อ(วัน) | 6 | 200.71351 | 33.4522513 | 175.91016 |
| ความเข้มข้นกลีโอม | 5 | 10.520267 | 2.10405335 | 11.064258* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 5.7050006 | 0.19016669 | |
| ผลรวม | 41 | 216.93878 | | |

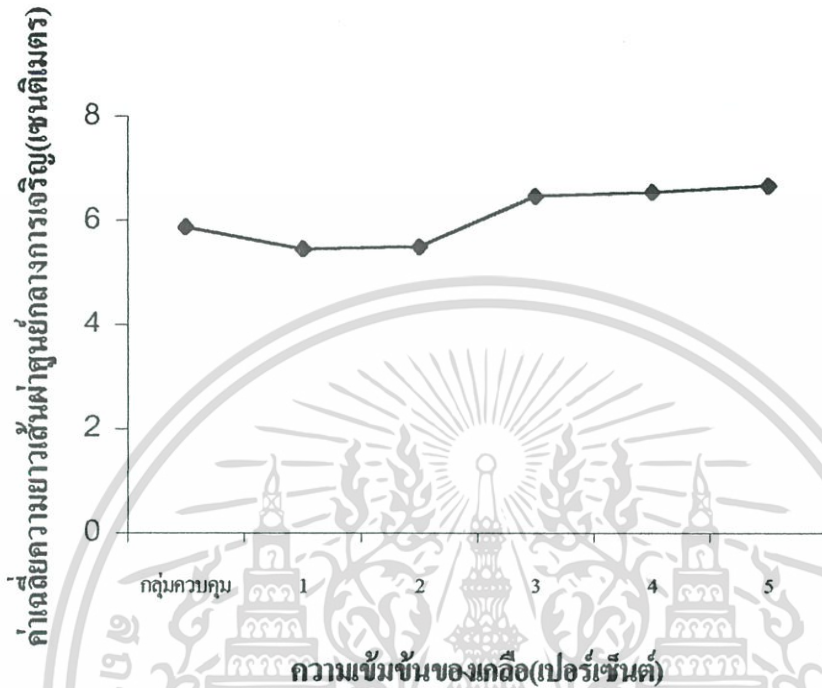
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสัปดาห์ที่เดิมกลีโอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นกลีโอม(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|--------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.87 ^b |
| 1 | 5.45 ^b |
| 2 | 5.5 ^b |
| 3 | 6.47 ^a |
| 4 | 6.55 ^a |
| 5 | 6.67 ^a |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอม โมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

4.2.3 ผลของเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา

A. flavus IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด

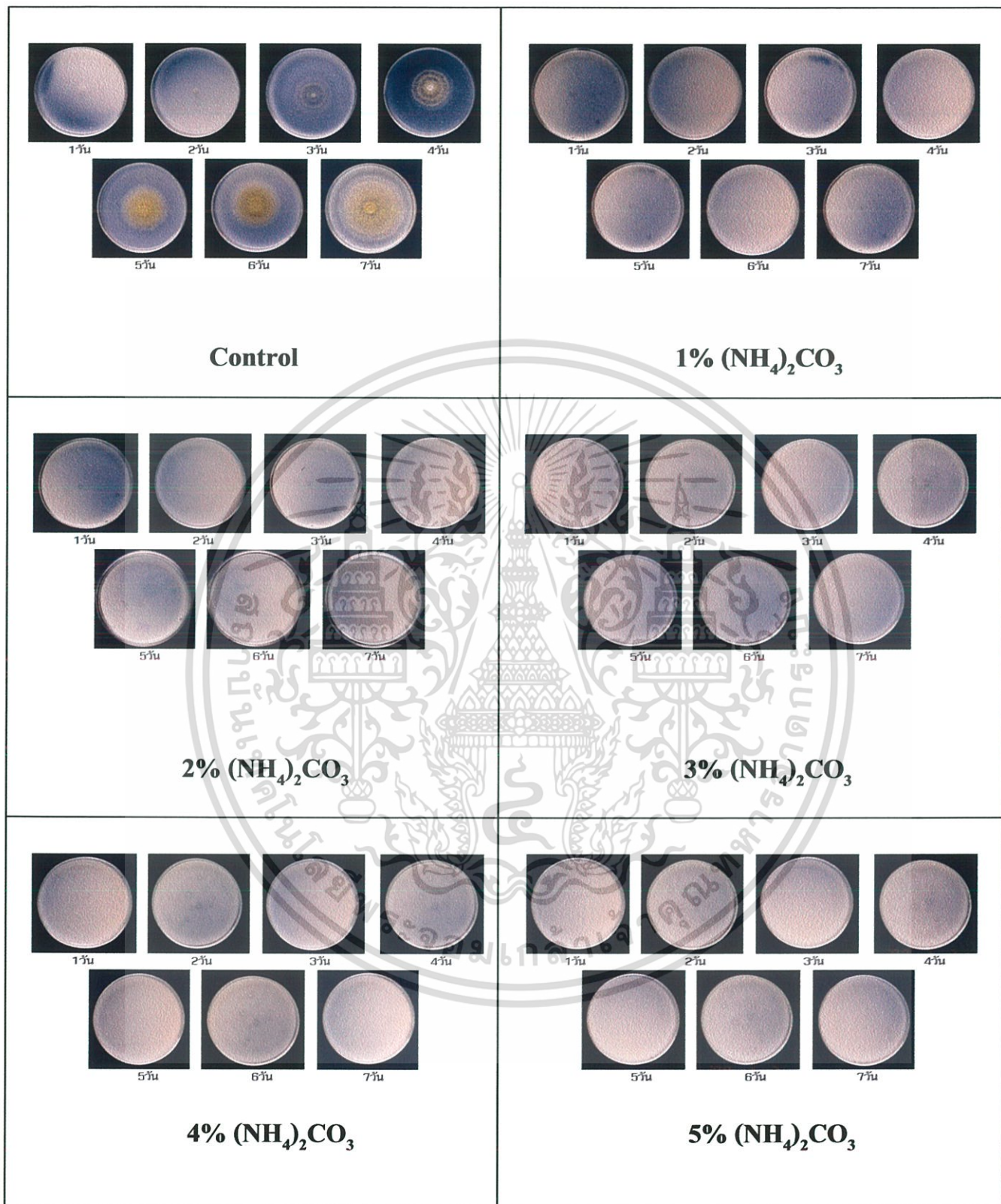
จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0(กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.13 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาที่บ่มเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 3.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 5.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 6.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 7.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 8.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.13 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.14 พบว่าเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีผลควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.10 พบว่าความแตกต่างทางสถิติแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่หนึ่งได้แก่กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่สองได้แก่กลุ่มที่เติมแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้น โดยที่เกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกัน และให้ผลควบคุมดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือ

แอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

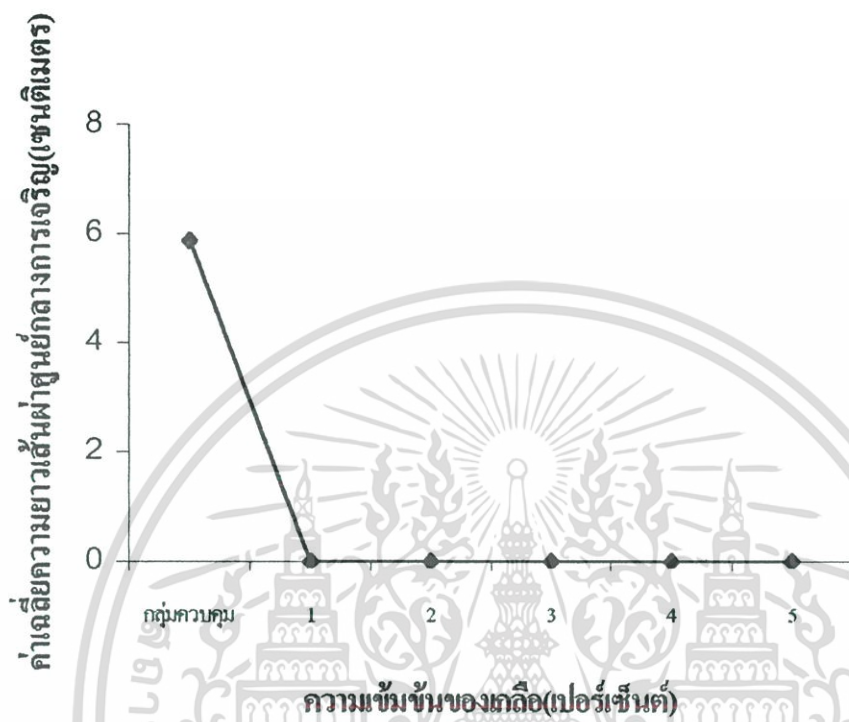
| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|-----------|---------|----------|
| ช่วงเวลานับเชื้อ(วัน) | 6 | 7.4023619 | 1.2337 | 1.0000 |
| ความเข้มข้นเกลือ | 5 | 200.70519 | 40.1410 | 32.5364* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 37.01181 | 1.2337 | |
| ผลรวม | 41 | 245.11936 | | |

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.87 ^a |
| 1 | 0 ^b |
| 2 | 0 ^b |
| 3 | 0 ^b |
| 4 | 0 ^b |
| 5 | 0 ^b |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05



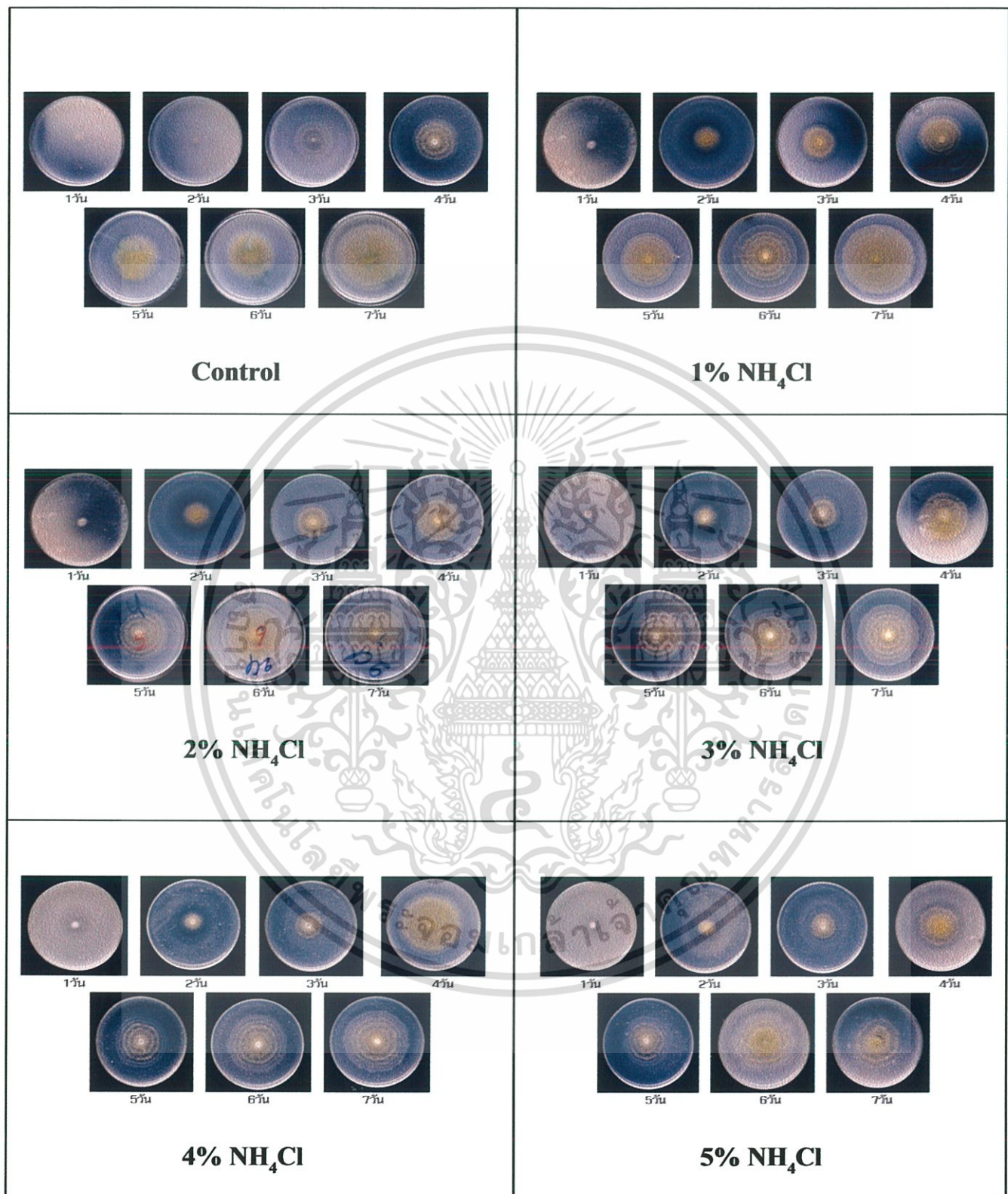
ภาพที่ 4.11 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสัปดาห์ที่เติมเกลือแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

4.2.3 ผลของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสั๊ก

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสั๊กที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0(กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3 , 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อราทุกวันเป็นเวลา 7 วัน ได้ผลดังตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.16 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสั๊กที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาบ่มเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1.38 | 1.80 | 1.77 | 1.24 | 1.22 | 1.17 |
| 2 | 3.18 | 4.19 | 3.99 | 2.84 | 2.52 | 2.57 |
| 3 | 5.82 | 5.94 | 5.73 | 4.43 | 4.15 | 4.06 |
| 4 | 6.28 | 6.44 | 6.40 | 5.76 | 5.13 | 5.07 |
| 5 | 7.28 | 7.92 | 7.64 | 7.19 | 6.12 | 6.11 |
| 6 | 8.12 | 8.45 | 8.29 | 7.86 | 7.56 | 7.45 |
| 7 | 9.00 | 9.00 | 8.48 | 8.36 | 8.36 | 8.27 |



ภาพที่ 4.11 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือ

แอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.16 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.17 พบว่า กลีโอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญ โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.12 พบว่าความแตกต่างทางสถิติแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่หนึ่งได้แก่กลุ่มที่ เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่สองได้แก่กลุ่มที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่สามได้แก่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่สี่ได้แก่กลุ่มที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยที่กลีโอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม) และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน และที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน และที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุด

ตารางที่ 4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมกลีโอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|--------------------|----|----------|---------|----------|
| เวลายบ่มเชื้อ(วัน) | 6 | 239.8225 | 39.9704 | 428.9168 |
| ความเข้มข้นกลีโอม | 5 | 10.4727 | 2.0945 | 22.4761* |
| ความคลาดเคลื่อน | 30 | 2.7957 | 0.0932 | |
| ผลรวม | 41 | 253.0908 | | |

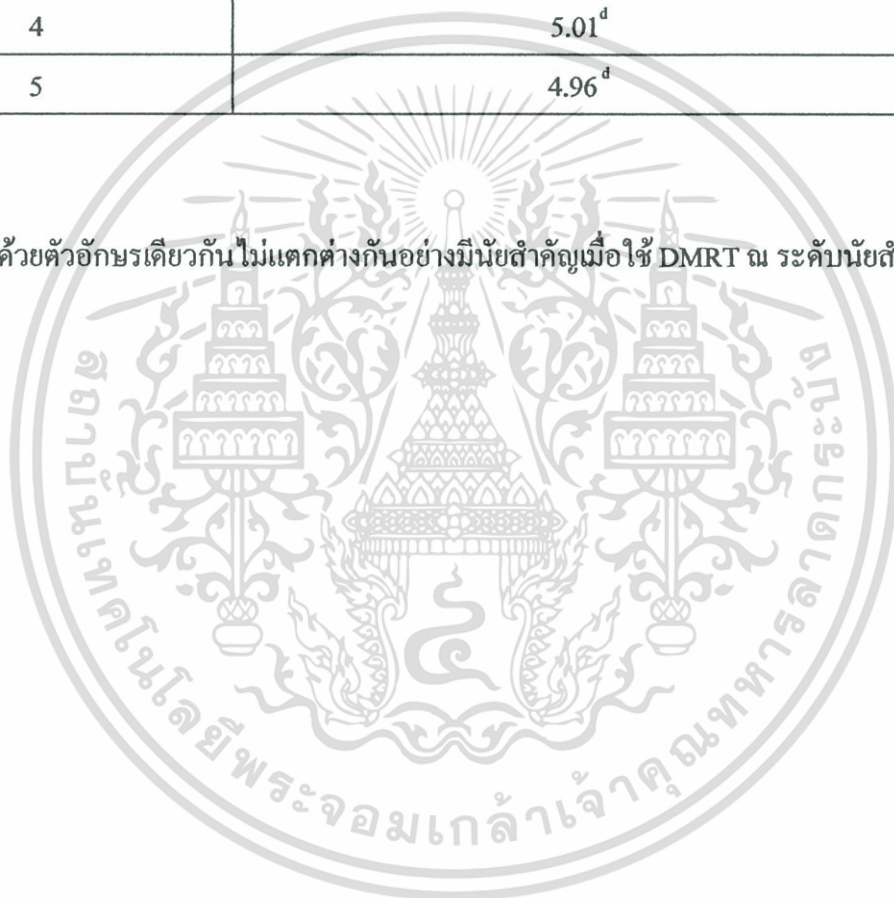
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสั๊กที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(เซนติเมตร) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 5.87 ^b |
| 1 | 6.25 ^a |
| 2 | 6.04 ^{ab} |
| 3 | 5.38 ^c |
| 4 | 5.01 ^d |
| 5 | 4.96 ^d |

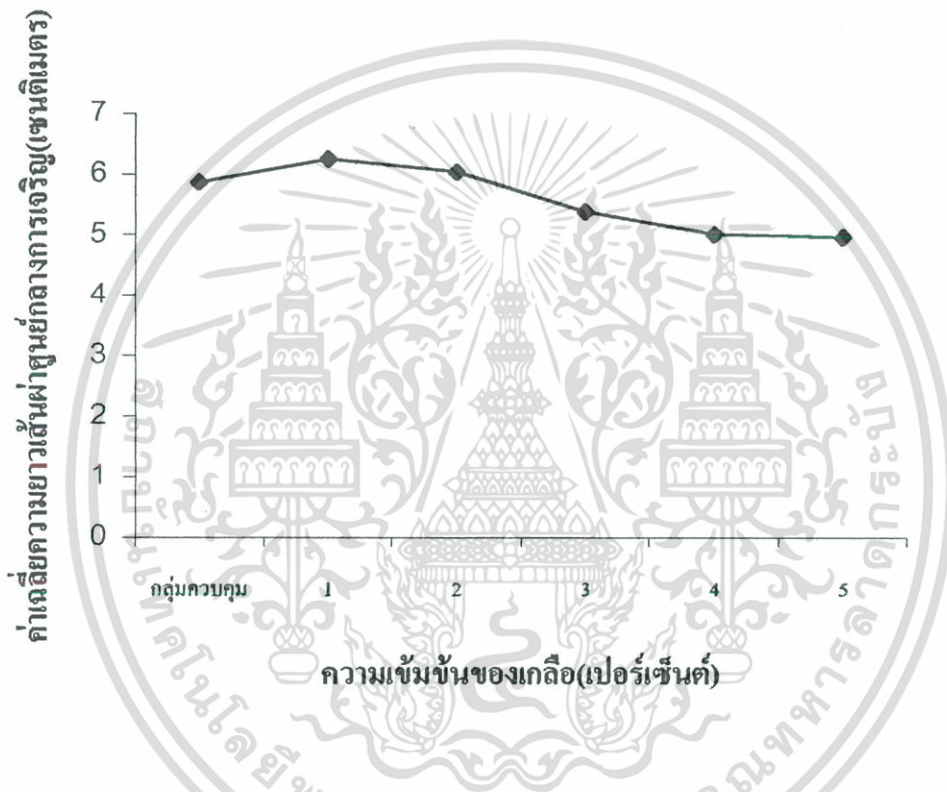
หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ

0.05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวเส้นผ่าศูนย์กลาง(เซนติเมตร) การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของเกลือต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

4.3.1 ผลของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 โดยพิจารณาจากลักษณะการเจริญเป็นเส้นใยและการสร้าง สปอร์ ได้ผลดังตารางที่ 4.19 - 4.20 และ ภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.19 การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาดับเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 21 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 28 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

หมายเหตุ

- 0 หมายถึง ไม่มีการเจริญของเส้นใยรา
- 1 หมายถึง มีการเจริญของเส้นใยราเพียงเล็กน้อย
- 2 หมายถึง 1/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 3 หมายถึง 1/2 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 4 หมายถึง 3/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 5 หมายถึง เมล็ดข้าวโพดทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยใยราและสปอร์รา

ตารางที่ 4.20 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เค็มเกลือ แอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาดบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 4.21×10^9 | 9.25×10^9 | 7.73×10^9 | 8.13×10^9 | 8.56×10^7 | 9.23×10^9 |
| 14 | 4.27×10^9 | 9.71×10^9 | 8.53×10^9 | 8.29×10^9 | 9.57×10^9 | 9.92×10^9 |
| 21 | 5.23×10^9 | 6.72×10^9 | 6.93×10^9 | 7.65×10^9 | 7.73×10^9 | 8.93×10^9 |
| 28 | 7.04×10^9 | 6.59×10^9 | 6.4×10^9 | 6.89×10^9 | 7.15×10^9 | 7.44×10^9 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองดังตารางที่ 4.20 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.21 พบว่า กลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้นมีผลควบคุมการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่พบว่ากลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่สามารถควบคุมการเจริญและการสร้างสปอร์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|------------------------|----|------------------------|------------------------|----------------------|
| ช่วงเวลามบ่มเชื้อ(วัน) | 3 | 1.229×10^{19} | 4.099×10^{18} | 1.0236 |
| ความเข้มข้นกลี้อ | 5 | 3.634×10^{19} | 7.268×10^{18} | 1.8149 ^{ns} |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 6.006×10^{19} | 4.004×10^{18} | |
| ผลรวม | 23 | 1.087×10^{20} | | |

4.3.2 ผลของกลี้อแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมกลี้อแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0(กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 โดยพิจารณาจากลักษณะการเจริญเป็นเส้นใยและการสร้างสปอร์ ดังตารางที่ 4.22-4.23 และ ภาพที่ 4.14 พบว่าตั้งแต่วันที่ 7 ขึ้นไป กลี้อแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสปอร์ในเมล็ดข้าวโพดได้

ตารางที่ 4.22 การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

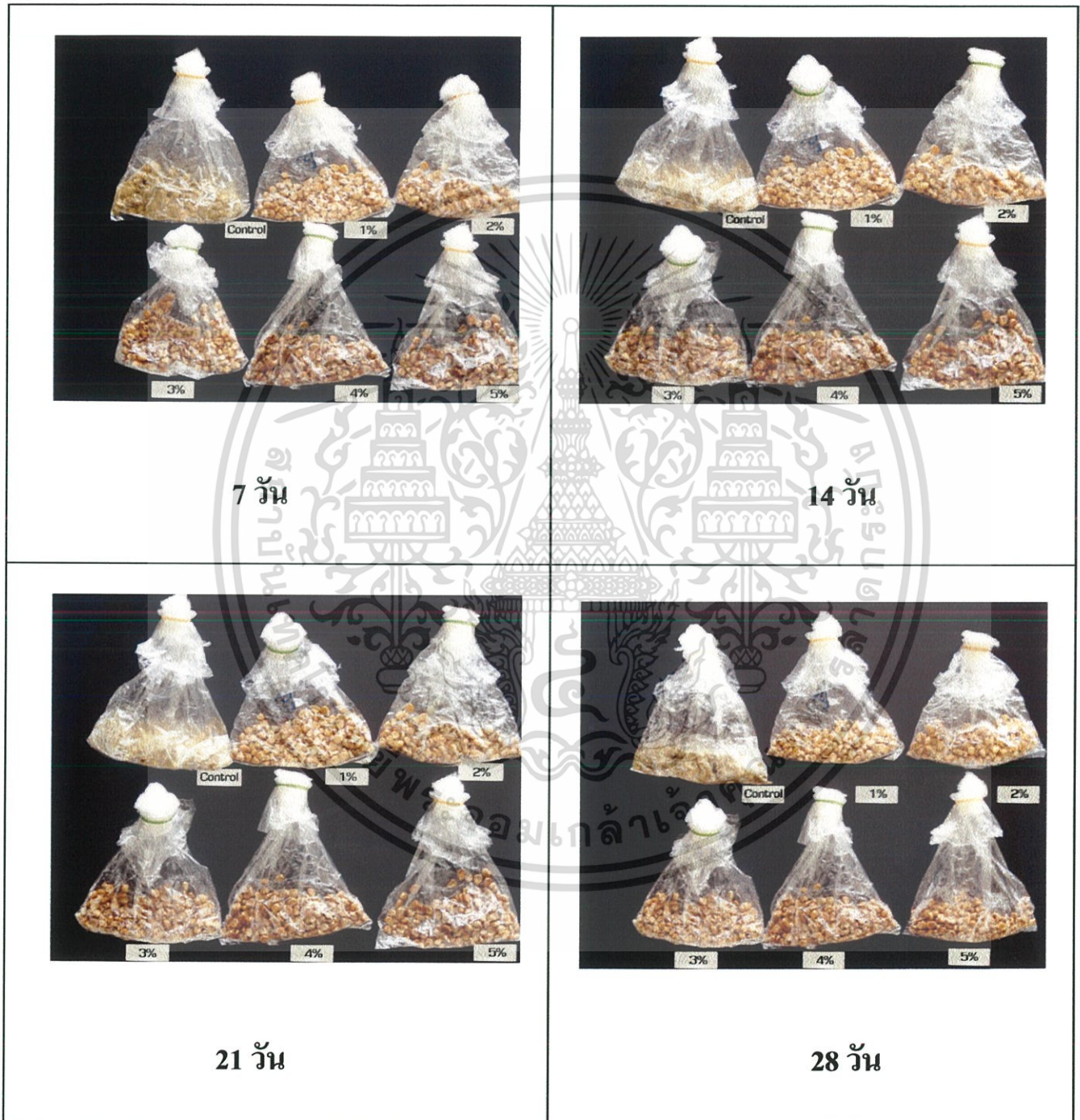
| ช่วงเวลาดบ่มเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

หมายเหตุ

- 0 หมายถึง ไม่มีการเจริญของเส้นใยรา
 1 หมายถึง มีการเจริญของเส้นใยราเพียงเล็กน้อย
 2 หมายถึง 1/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
 3 หมายถึง 1/2 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
 4 หมายถึง 3/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
 5 หมายถึง เมล็ดข้าวโพดทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยใยราและสปอร์รา

ตารางที่ 4.23 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาดบ่มเชื้อ(วัน) | กลุ่มควบคุม | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------------------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 4.21×10^9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 4.27×10^9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 5.23×10^9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 7.04×10^9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |



ภาพที่ 4.14 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมแก๊สแอมโมเนียคาร์บอนดioxide ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.23 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.24 พบว่า กลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ มีผลควบคุมการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์โดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.15 พบว่าความแตกต่างกันทางสถิติ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เติมแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้น โดยที่กลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการสร้างสปอร์ได้ไม่แตกต่างกันและยับยั้งการสร้างสปอร์ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|------------------------|------------------------|----------|
| ช่วงเวลารับเชื้อ(วัน) | 3 | 8.718×10^{17} | 2.906×10^{17} | 1.0000 |
| ความเข้มข้นกลีโอะ | 5 | 8.970×10^{19} | 1.794×10^{19} | 61.7338* |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 4.359×10^{18} | 2.906×10^{17} | |
| ผลรวม | 23 | 9.493×10^{19} | | |

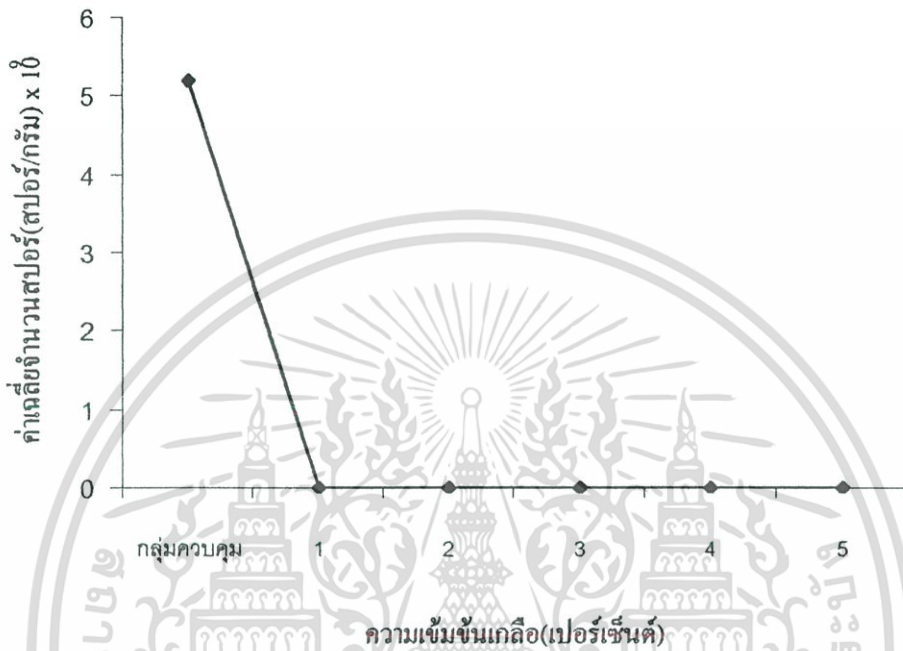
ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นกลีโอะ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยของสปอร์(สปอร์ต่อกรัม) |
|--------------------------------|---------------------------------|
| กลุ่มควบคุม | 5.18×10^9 ^a |
| 1 | 0 ^b |
| 2 | 0 ^b |
| 3 | 0 ^b |
| 4 | 0 ^b |
| 5 | 0 ^b |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ต่อกรัมของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดคั่วข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา ในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 โดยพิจารณาจากลักษณะการเจริญเป็นเส้นใยและการสร้าง สปอร์ ดังตารางที่ 4.26 - 4.27 และ ภาพที่ 4.16 พบว่าเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสปอร์ได้จนถึงวันที่ 7 หลังจากนั้นเชื้อราจะมีการเจริญเล็กน้อย โดยจะมีการเจริญน้อยกว่าเชื้อราในกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.26 การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาดำบ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นเกลือ (เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 5 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 |
| 21 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 1 |
| 28 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 |

หมายเหตุ

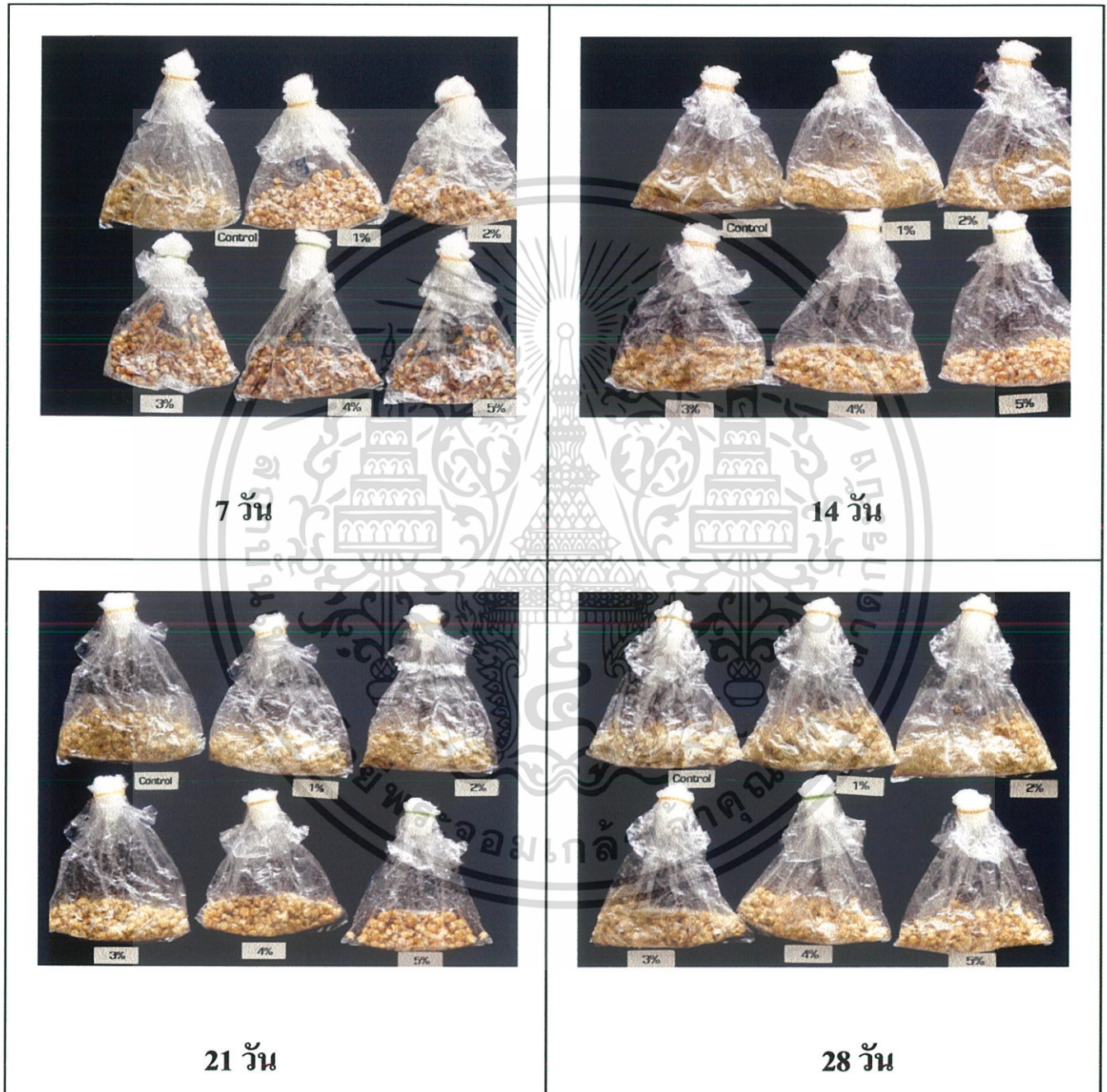
- 0 หมายถึงไม่มีการเจริญของเส้นใยรา
- 1 หมายถึงมีการเจริญของเส้นใยราเพียงเล็กน้อย
- 2 หมายถึง 1/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 3 หมายถึง 1/2 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 4 หมายถึง 3/4 ของข้าวโพดถูกปกคลุมด้วยเส้นใยราและสปอร์รา
- 5 หมายถึงเมล็ดข้าวโพดทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยใยราและสปอร์รา

ตารางที่ 4.27 จำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือ
แอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาที่บ่มเชื้อ (วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | กลุ่มควบคุม | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | 4.21×10^9 | 6.16×10^9 | 6.80×10^9 | 7.28×10^9 | 6.11×10^7 | 6.17×10^9 |
| 14 | 4.27×10^9 | 7.23×10^9 | 7.17×10^9 | 8.85×10^9 | 6.75×10^9 | 7.63×10^9 |
| 21 | 5.23×10^9 | 6.64×10^9 | 7.60×10^9 | 7.41×10^9 | 7.52×10^9 | 6.99×10^9 |
| 28 | 7.04×10^9 | 6.89×10^9 | 6.85×10^9 | 6.69×10^9 | 6.61×10^9 | 6.83×10^9 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 แสดงผลการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองดังตารางที่ 4.27 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.28 พบว่า กลี้อแอมโมเนียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นมีผลควบคุมการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนสปอร์ต่อกรัมเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลี้อแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรผัน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|------------------------|------------------------|----------------------|
| ช่วงเวลารับเชื้อ(วัน) | 3 | 7.921×10^{19} | 2.640×10^{20} | 0.6175 |
| ความเข้มข้นกลี้อ | 5 | 1.766×10^{21} | 3.532×10^{20} | 0.8262 ^{ns} |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 6.413×10^{21} | 4.275×10^{20} | |
| ผลรวม | 23 | 8.972×10^{21} | | |

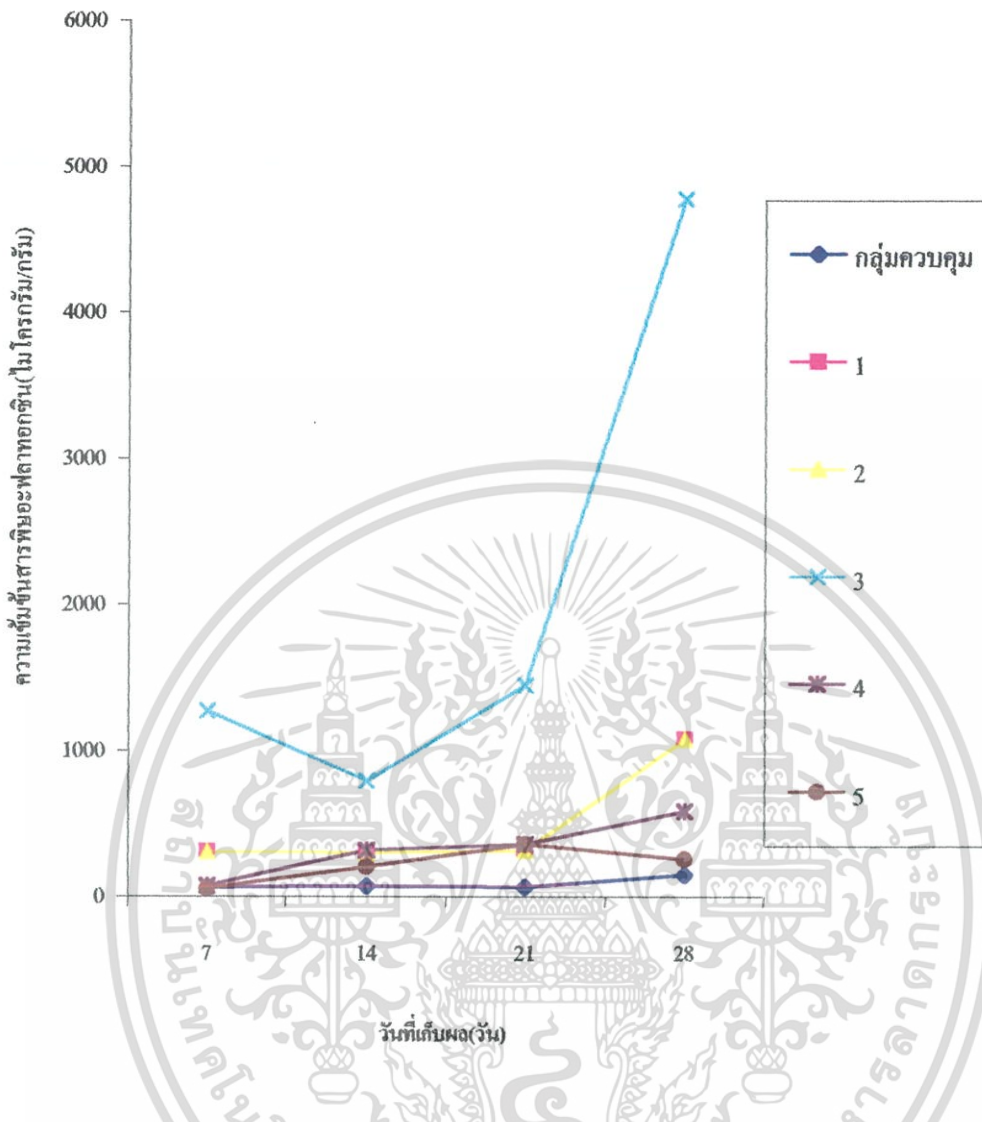
4.4 ผลของกลี้อต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

4.4.1 ผลของกลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมกลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการสกัดสารพิษอะฟลาทอกซิน ทุกวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ได้ผลดังตารางที่ 4.29 และภาพที่ 4.17 จากการทดลองพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของกลี้อแอมโมเนียมซัลเฟตไม่สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ แต่มีผลกระทบทำให้การสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าเมื่อเลี้ยงเชื้อราเป็นเวลา 28 วันปริมาณอะฟลาทอกซินจะเพิ่มมากขึ้นจาก 148.86 ไมโครกรัมต่อกรัม เป็น 1079.52, 899.13, 4777.89, 583.78 และ 257.72 ไมโครกรัมต่อกรัม ที่ระดับความเข้มข้นของกลี้อ 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4.29 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลา บ่ม เชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|
| | กลุ่มควบคุม | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
| | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม |
| 7 | 26.40 | 38.86 | 65.26 | 171.39 | 136.33 | 307.72 | 145.77 | 139.56 | 285.33 | 837.79 | 433.36 | 1271.16 | 20.70 | 51.53 | 72.24 | 4.92 | 50.19 | 55.11 |
| 14 | 30.39 | 43.30 | 73.96 | 200.35 | 98.17 | 298.52 | 175.80 | 99.97 | 275.77 | 531.99 | 261.02 | 793.02 | 227.17 | 89.81 | 316.99 | 74.77 | 129.10 | 203.98 |
| 21 | 27.44 | 40.19 | 67.63 | 199.10 | 113.61 | 312.72 | 159.57 | 117.89 | 277.46 | 997.84 | 451.46 | 1449.30 | 281.86 | 77.13 | 359.00 | 240.01 | 199.84 | 359.86 |
| 28 | 68.30 | 80.56 | 148.86 | 668.20 | 411.32 | 1079.52 | 441.73 | 457.40 | 899.13 | 343.57 | 1346.31 | 4777.89 | 365.38 | 218.40 | 583.78 | 167.72 | 90.00 | 257.72 |



ภาพที่ 4.17 แสดงการสร้างสารพิษฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.29 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.30 พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินโดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.31 และภาพที่ 4.18 พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อควบคุมสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่ากระตุ้นให้มีการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

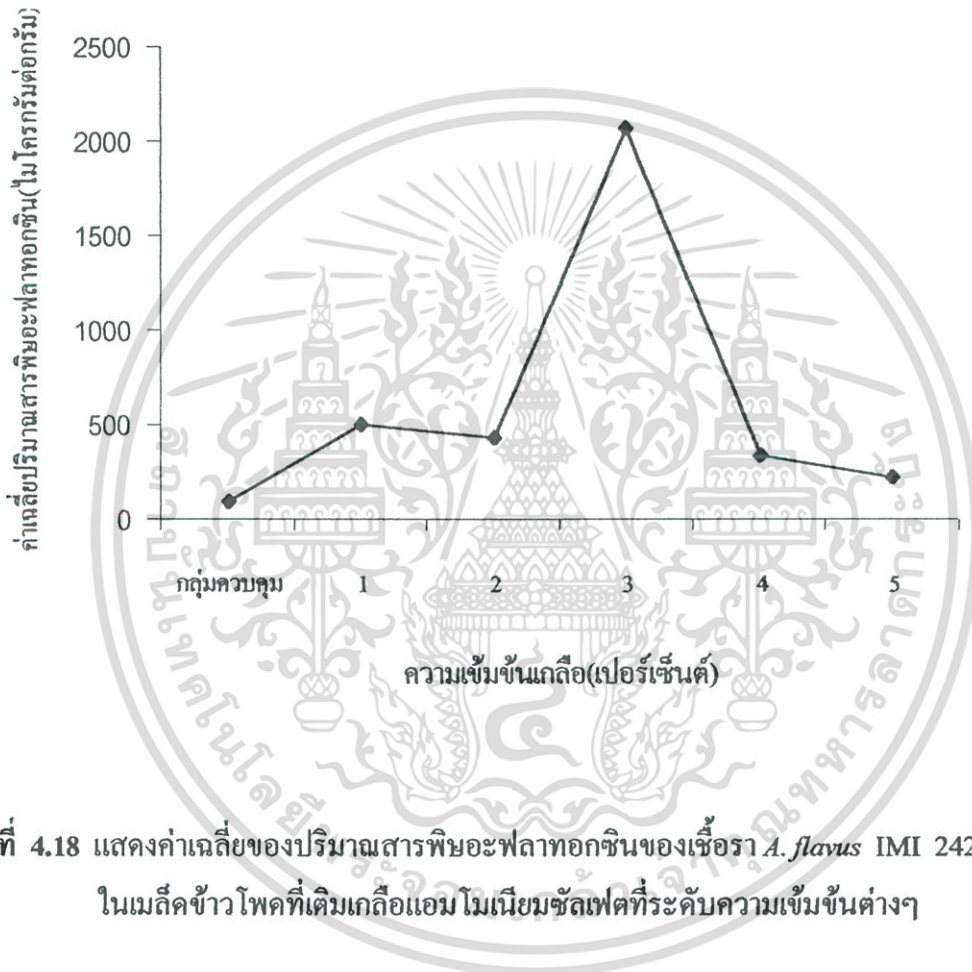
| แหล่งความแปรปรวน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|---------------|--------------|---------|
| ช่วงเวลารับเชื้อ(วัน) | 3 | 3301465.3060 | 1100488.4353 | 2.1256 |
| ความเข้มข้นเกลือ | 5 | 10658793.9289 | 2131758.7858 | 4.1174* |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 7766142.7113 | 517742.8474 | |
| ผลรวม | 23 | 21726401.9463 | | |

ตารางที่ 4.31 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) |
|-------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 88.86 ^b |
| 1 | 499.62 ^b |
| 2 | 434.42 ^b |
| 3 | 2072.84 ^a |
| 4 | 333.00 ^b |
| 5 | 219.16 ^b |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4.18 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เค็มเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

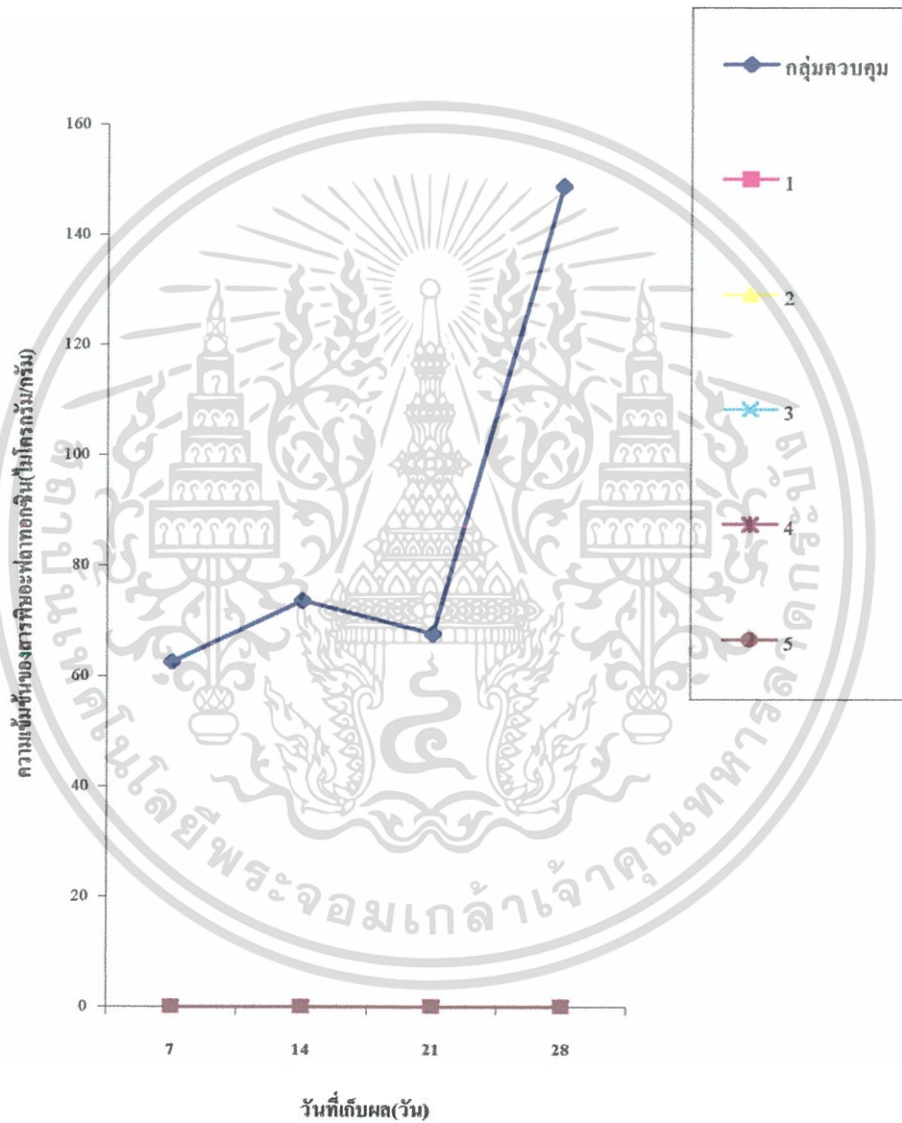
4.4.2 ผลของเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 0 (กลุ่มควบคุม), 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการสกัดสารพิษอะฟลาทอกซิน ทุกวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ได้ผลดังตารางที่ 4.32 และภาพที่ 4.19 จากการทดลองพบว่าเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้จนถึงวันที่ 28 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากไม่มีการเจริญของเชื้อรา



ตารางที่ 4.32 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลา บ่ม เชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|------|
| | กลุ่มควบคุม | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
| | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม |
| 7 | 26.40 | 38.86 | 65.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 30.39 | 43.30 | 73.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 27.44 | 40.19 | 67.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | 68.30 | 80.56 | 148.86 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |



ภาพที่ 4.19 แสดงการสร้างสารพิษฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคาร์บอนเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.32 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.33 พบว่า กลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีผลควบคุมการสร้างสรรค์สารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินโดยใช้วิธี DMRT ดังตารางที่ 4.34 และภาพที่ 4.20 พบว่ากลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการสร้างสรรค์สารพิษอะฟลาทอกซินได้ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรปรวน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|------------|-----------|----------|
| ช่วงเวลาบ่มเชื้อ(วัน) | 3 | 1570.8498 | 523.6166 | 1.2256 |
| ความเข้มข้นกลีโอะ | 5 | 26320.3320 | 5264.0664 | 12.3210* |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 6408.6516 | 427.2434 | |
| ผลรวม | 23 | 31158.1338 | | |

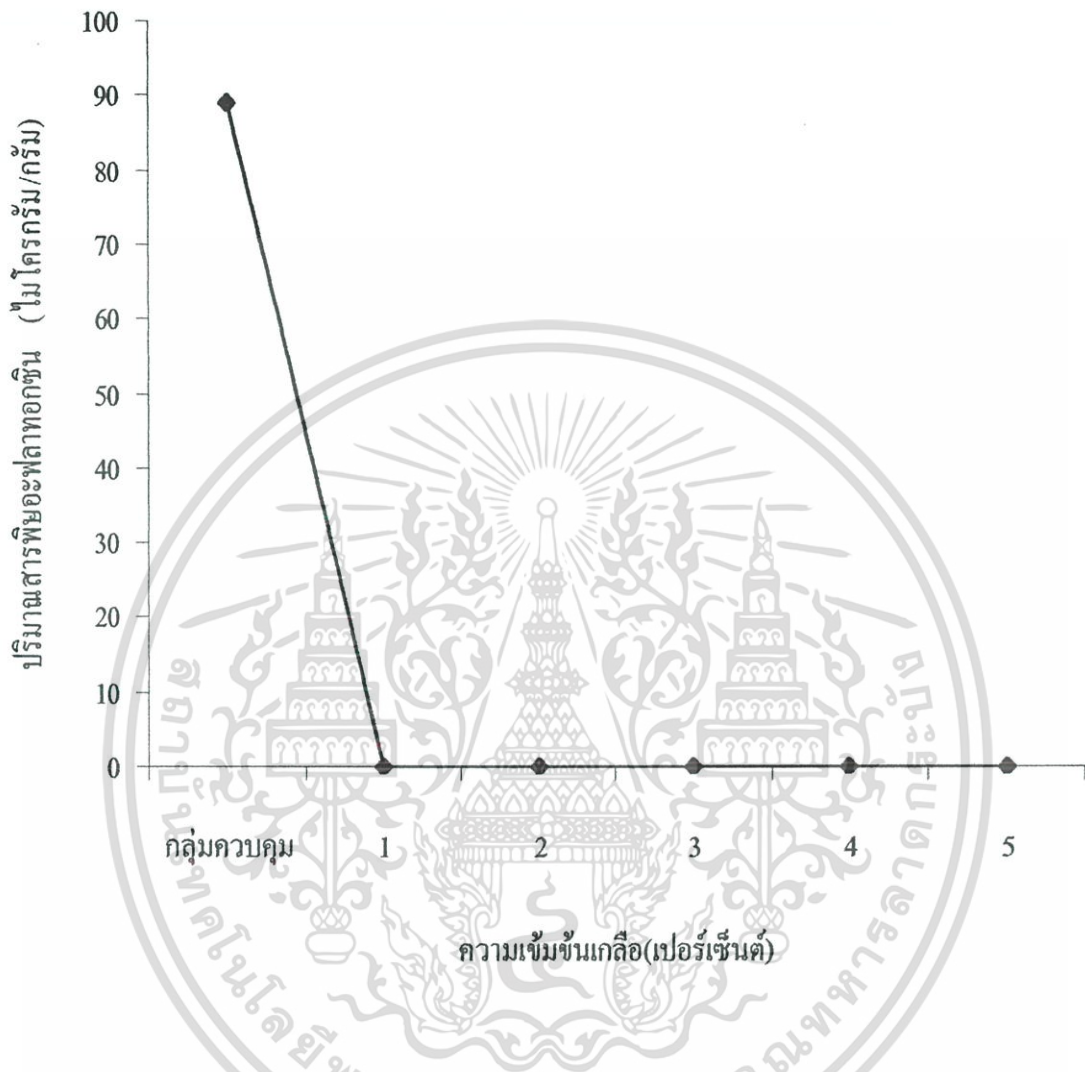
ตารางที่ 4.34 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมกลีโอะแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้นกลีโอะ(เปอร์เซ็นต์) | ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) |
|--------------------------------|--|
| กลุ่มควบคุม | 88.86 ^a |
| 1 | 0 ^b |
| 2 | 0 ^b |
| 3 | 0 ^b |
| 4 | 0 ^b |
| 5 | 0 ^b |

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ DMRT ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เค็มเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.35 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน(ไมโครกรัมต่อกรัม) ของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ช่วงเวลาดับเชื้อ(วัน) | ความเข้มข้นเกลือ(เปอร์เซ็นต์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|--------|
| | กลุ่มควบคุม | | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | |
| | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม | B ₁ | B ₂ | รวม |
| 7 | 26.40 | 38.86 | 65.26 | 89.67 | 90.74 | 180.41 | 48.22 | 38.80 | 87.03 | 0.00 | 24.10 | 24.10 | 49.33 | 65.65 | 114.99 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 30.39 | 43.30 | 73.69 | 7.26 | 35.97 | 43.42 | 157.30 | 86.07 | 243.38 | 723.96 | 274.78 | 998.74 | 70.71 | 112.29 | 183.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 27.44 | 40.19 | 67.63 | 105.50 | 70.53 | 176.04 | 998.78 | 396.39 | 1395.18 | 21.67 | 44.72 | 66.40 | 260.44 | 261.11 | 521.55 | 0.00 | 11.69 | 11.69 |
| 28 | 68.30 | 80.56 | 148.86 | 57.73 | 53.99 | 111.72 | 279.93 | 222.98 | 502.92 | 439.61 | 309.56 | 749.17 | 331.34 | 271.13 | 602.48 | 37.42 | 77.15 | 114.57 |

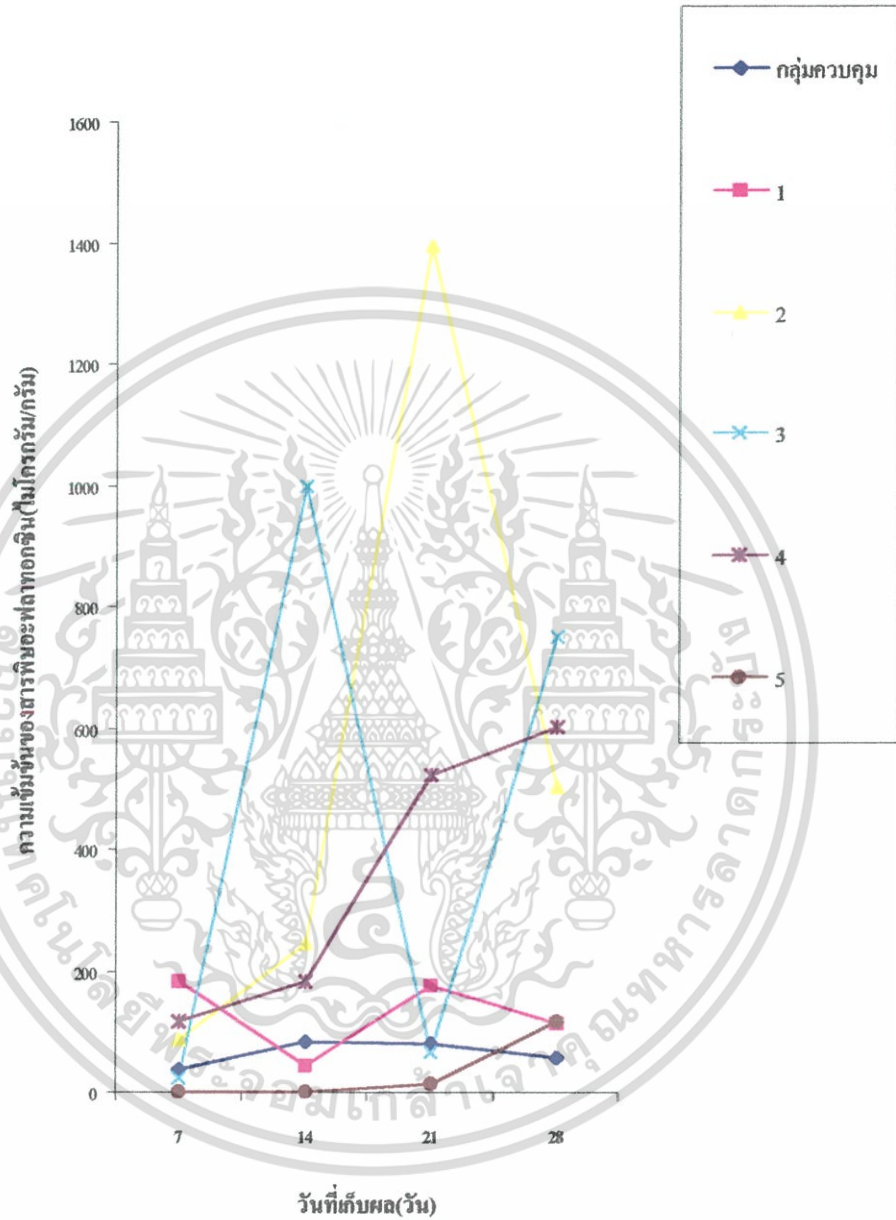
4.4.5 ผลของเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด

จากการศึกษาการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 1, 2, 3 , 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทำการสกัดสารพิษอะฟลาทอกซิน ทุกวันที่ 7, 14, 21 และ 28 ได้ผลดังตารางที่ 4.35 และ ภาพที่ 4.21 จากผลการทดลองพบว่าเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้จนถึงวันที่ 14 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เมื่อนำผลการทดลองในตารางที่ 4.35 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนดังตารางที่ 4.36 พบว่าเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีผลควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| แหล่งความแปรปรวน | df | SS | MS | F |
|-----------------------|----|--------------|-------------|----------------------|
| ช่วงเวลานับเชื้อ(วัน) | 3 | 482154.9644 | 160718.3215 | 0.9927 |
| ความเข้มข้นเกลือ | 5 | 942233.7273 | 188446.7455 | 1.1640 ^{ns} |
| ความคลาดเคลื่อน | 15 | 2428405.5792 | 161893.7053 | |
| ผลรวม | 23 | 2888484.3421 | | |



ภาพที่ 4.21 แสดงการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคาร์บอเนตและแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละทริทเมนต์โดยใช้ Duncan's Multiple Range test (DMRT) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตทุกระดับความเข้มข้นมีผลควบคุมการเจริญของเชื้อราไม่แตกต่างกัน และไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ อีกทั้งยังกระตุ้นให้เชื้อราดังกล่าวมีการเจริญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ระดับความเข้มข้นที่สามารถควบคุมการเจริญได้ดีที่สุดคือ 4 เปอร์เซ็นต์ โดยความเข้มข้นสูงสามารถยับยั้งการเจริญได้ดีขึ้น ส่วนเกลือแอมโมเนียมคาร์บอเนตทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ได้อย่างสมบูรณ์ทุกระดับความเข้มข้นและไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาผลของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคาร์บอเนตและแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการควบคุมการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสักด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้ววัดการเจริญของเชื้อรา โดยวัดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญของเชื้อรา พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละทริทเมนต์โดยใช้ Duncan's Multiple Range test (DMRT) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้น 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน และยังมีผลกระตุ้นการเจริญของเชื้อราได้มากกว่ากลุ่มควบคุม จากการทดลองพบว่าเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต นอกจากไม่สามารถควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar และอาหารข้าวโพดสกัดแล้ว ยังพบว่ากระตุ้นให้เชื้อรามีการเจริญได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตช่วยส่งเสริมให้เชื้อราดังกล่าวเจริญได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่ง Meier และ Marth (1977) รายงานว่าการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินขึ้นกับสารอาหารส่วนเกล็ดแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีผลควบคุมการเจริญไม่แตกต่างกัน และสามารถควบคุมการเจริญได้ดีกว่าระดับความเข้มข้นอื่นๆ สอดคล้องกับการรายงานของ Gowda และคณะ(2004) พบว่าแอมโมเนียมที่ระดับความเข้มข้นสูงสามารถลดปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินได้มากกว่าระดับความเข้มข้นต่ำ และเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนต พบว่าทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ทุกระดับความเข้มข้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Depasquale *et al.* (1990) พบว่าแอมโมเนียมโบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 0.11 โมลาร์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Fusarium tricinctum* NRRL 13442 , *F. graminearum* NRRL 5883, *F. sporotrichioides* NRRL 3249 , *Penicillium griseofulvum* NRRL 989, *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 , *A. flavus* NRRL 1957 , *A. niger* และ *P. notatum* และไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากการศึกษาผลของเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคาร์บอเนตและแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วสังเกตการเจริญเป็นเส้นใยของเชื้อรา และนับจำนวนสปอร์ของเชื้อรา พบว่าเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสปอร์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละทริทเมนต์โดยใช้ Duncan's Multiple Range test (DMRT) ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าเกล็ดแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลควบคุมการสร้างสปอร์ไม่แตกต่างกัน ส่วนการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินพบว่าทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถควบคุมการสร้างสารพิษได้ และที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ยังกระตุ้นให้มีการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินสูงสุด และแตกต่างจากระดับความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลของแอมโมเนียมคลอไรด์ต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินพบว่าทุกระดับความเข้มข้นมีผลควบคุมการสร้างสารพิษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลของเกล็ดแอมโมเนียมคาร์บอเนตพบว่าทุกระดับความเข้มข้นสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทุกระดับความเข้มข้น สอดคล้องกับการทดลองของ O-aryakul (1985) ที่ได้ทดลองใช้แอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วพบว่าสามารถลดปริมาณสารพิษ อะฟลาทอกซินได้เนื่องจากคาร์บอนेटไอออนสามารถเปลี่ยนเป็น free carboxyl group ทำให้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อราได้ (Bland, 1984) นอกจากนี้ Lin et al. (2003) รายงานว่าโครงสร้างของวงแหวนคาร์บอนेट มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

จากผลการศึกษาจะพบว่าเกลือแอมโมเนียมคาร์บอนेटมีผลควบคุมการเจริญ และการสร้างสปอร์ และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A. flavus* IMI 242684 ได้ดีที่สุด ดังรายงานของ Montville และ Pel-Ling (1991) ได้ทำการทดลองยับยั้งการเจริญของเชื้อรากลุ่มที่สร้างสารพิษได้ โดยใช้แอมโมเนียมไบคาร์บอนेट 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของ *A. ochraceous*, *Fusarium graminearum* และ *Penicillium griseofulvum* ในเมล็ดข้าวโพด โดยพบว่าความเข้มข้นสูงขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญได้ดีขึ้น ส่วนเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมคลอไรด์ ไม่สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ ดังนั้นจึงควรศึกษาก่อนใช้เกลือในการควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรต่างๆ เนื่องจากเกลือบางชนิดนอกจากไม่ควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินแล้วยังพบว่ากระตุ้นให้มีการเจริญของเชื้อรา และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินอีกด้วย ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองและได้ประโยชน์ไม่คุ้มค่า นอกจากนี้ควรมีการทดลองใช้เกลือกับเชื้อราชนิดอื่นที่สามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเกลือว่าสามารถควบคุมได้หรือไม่ และควรศึกษาถึงผลของเกลือเหล่านี้ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรอื่นๆ อีก นอกจากนี้ควรศึกษาผลของเกลือในระยะเวลาที่นานขึ้น เพื่อพิจารณาหาระยะเวลาที่เกลือสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้นานที่สุด

บรรณานุกรม

- กนกรัตน์ ป็องประทุม. 2540. การควบคุมการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* 102566 ในเมล็ดข้าวโพดโดยสารเคมีบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- กวินดา ตั้งกิจวานิชย์, ขจรเกียรติ ศิริเชษฐ์ และวรพจน์ แก้วมะเร็ง. 2538. “การตรวจหาปริมาณอะฟลาทอกซินในกระเทียม หัวหอม และกุ้งแห้งจากตลาดในเทศบาลขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.” ปัญหาพิเศษปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ชนิกา เอี่ยมสุภายิต และ สมจินตนา ทุมแสน. 2542. “การเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงและแนวทางแก้ไข.” วารสารสถาบันวิจัยพืชไร่ มกราคม-มีนาคม: 12-13.
- กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์. 2539-2543. การแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารโคนมตามโครงการแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์แบบครบวงจร. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์.
- ดำรง พฤกษราช. 2519. เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์. กรุงเทพฯ : คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิยะ สีหรัย. 2541. “สารพิษในนม.” วารสารสถาบันอาหาร 9(2) : 37-39.
- นนุช วัฒนชัยนาม. 2540. วิทยาเชื้อราการแพทย์. คณะแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปริศนา สิริอาษา. 2534. อะฟลาทอกซินในข้าวโพด การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องวิธีการตรวจสอบอะฟลาทอกซิน. กรุงเทพฯ : กองโรคพิษและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร
- วรรณัท สุภพิพัฒน์. 2538. อาหาร โภชนาการและสารพิษ. กรุงเทพฯ. แสงการพิมพ์
- ศศิธร ถิ่นนคร. 2528. “สารพิษจากเชื้อรา(Mycotoxins) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ในเขตร้อน. รายงานเสนอในวิชาโภชนาสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง.” บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุภรัตน์ โหมยิตเจริญกุล. 2542. “การใช้สารเมนโทไนท์ลดระดับอะฟลาทอกซิน M₁ ออกจากน้ำนมดิบ.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุกัญญา กองเงินและคณะ. 2540. อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.
- สุรพล อุบัติสฤกุล. 2536. สถิติ การวางแผนการทดลอง เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ. สหมิตรออฟเซต.
- อนงค์ บิณฑวิหค. 2439-2543. การแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารโคนมตามโครงการแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์แบบครบวงจร. กรุงเทพฯ : กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- อรุณศรี วงษ์อุไร. 2542. “อันตรายจากเชื้อราในถั่วลิสง.” ข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา 9(2): 5-7.
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาทิตย์ พลายมาศ และคณะ. 2543. การใช้สารเคมีควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพด.วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 8 (1) : 36-41.

Al – Yahya, S. 1999. “Change of fungal infection during wheat storage at different condition.” **J. Agric. Sci.** 7(2) : 531 – 545.

Asplin, F.D. and Carnaghan, R.B.A. 1961. “The toxicity of certain groundnut meals for poultry with special reference to their effect on ducklings and chickens.” **Vet. Rec.** 73 : 1215-1218.

Austwick, P.K.C. and Ayerst, G.1963. “Biosynthesis of aflatoxins.” **Chem. Ind.** 2:55.

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

Axelsson, L. 1990. “*Lactobacillus reuteri*, a member of the gut bacterial flora.” PhD thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Sweden.

Aziz, N. H. *et.al.* 2000. “Correlation of growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* with some essential metals in gamma irradiated crushed corn.” **Nahrung** 44(5) : 354-359.

Bland, B. 1984. “Monoprop. Mold killer : Maintains Quality in Feed Stuffs.” **Technical Bulletin.** 2 : 52

Benjlali, B. Tantaoui-Elaraki, A., Ayadi, A. and Ihlal, M. 1984. “Method to study antimicrobial effects of essential oils-Application to the antifungal activity of six Moroccan essences”. **J. Food Prot.** 47 : 748-752.

Blount, W.P.1961. “Turkey-X disease.” **J. Brit. Turkey Fed.** 9:52.

Busby Jr., W. F. and Wogan, G. N. 1984. Aflatoxins. In Searle, C. E. (Ed.) **Chemical Carcinogens.** American Chemical Society, Washington, DC, pp. 945-1136.

Coker, R. D., Jones, B. D., Nagler, M. J., Gilman, G. A., Wallbridge, A. J. Panigrahi, S. 1984. **Mycotoxin Training Manual.** TDRI, London.

Corsetti, A. Gobbetti, M. Rossi, J. and Damiani, P. 1998. “Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria : identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1”. **App. Microbio. Biotech.** 50 : 253-256.

- Depasquale, D.A. et. al. 1990. "Ammonium bicarbonate inhibition of mycotoxigenic fungi and spoilage yeasts." **J. Food Prot.** 53(4) : 324-328.
- Dhavan, A. S. and Choudhary, M. R. 1995. "Incidence of aflatoxins in animal feedstuffs : a decades scenario in India". **J. AOAC** 78 : 693-698.
- Ellis, R. W., Clements, M., Tibbetts, A. and Winfree, R. 2000. "Reduction of bioavailability of 20 µg/kg aflatoxin in trout feed containing clay". **Aquaculture.** 183 : 179-188.
- El-Nezami, H. et al. 2000. "Ability of *Lactobacillus* and *Propionibacterium* strain to remove aflatoxin B₁ from the chicken duodenum." **J. Food Prot.** 63(4) : 549-552.
- Elangovan, T.V.P. and Kalyanasundaram. 1999. "Prevalance of aflatoxin B₁ in rice bran and some associated factor." **Indian Phytopath.** 52(2) : 129-133.
- Elwy, E. 1999. "Growth and cellulolytic activity of certain aspergilli isolate from ancient wood." **African J. Mycol. Biotech.** 7(1) : 47-55.
- Efuntoye, M. O. 1999. "Mycotoxin of fungal strains from stored herbal plants and mycotoxin contents of Nigerian crude herbal drugs." **Mycopathologia** 147(1) : 43-48.
- Eklund, T. 1989. **Organic acids and esters.** In G. W. Gould (Ed.) Mechanisms of action of food preservation procedures (pp. 161-200). New York : Elsevier.
- Goeleni, N. et al. 1997. "Effects of temperature, water activity and incubation time on production of aflatoxin and cyclopiazonic acid by an isolate of *Aspergillus flavus* in surface agar culture." **Appl. Environ. Microbiol.** 63(4) : 1048-1053.
- Goto, T. et al. 1996. "Aflatoxin and cyclopiazonic production by sclerotium – producing *Aspergillus tamarii* strain." **Appl. Env. Microbiol.** 62 : 4036-4038.
- Gourama, H. and Bullerman, L.B. 1995. "Inhibition of growth and aflatoxin production of *Aspergillus flavus* by *Lactobacillus* species." **J. Food Prot.** 58(11) : 1249-1256.
- Gowda, S. K. and Sasty, V. R. B. 2000. "Neem (*Azadirachta indica*) seed cake in animal feeding-scope and limitations". **Asian Aust. J. Anim. Sci.** 13 : 720-728.
- Gowda, N. K. S., Malathi, V. and Suganthi, U. R. 2004. "Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production". **Animal Feed Sci. Tech.** 116 : 281-291.
- Guthrie, L. D. 1979. "Effects of aflatoxin in corn on production and reproduction in dairy cattle". **J. Dairy Sci.** 62 : 134-135.

- Hartley, R. D. *et al.* 1963. "Toxic metabolite of *Aspergillus flavus*". **Nature(London)** 198 :1056-1058.
- Hasan, H. A. 1999. "Mode of action of pesticides on aflatoxin biosynthesis and oxidase system activity." **Microbiol. Res.** 154(1) : 95-102.
- Heathcote, J.G. 1984. **Aflatoxin and related toxins. Mycotoxins- production, isolation, separation and purification.** Netherlands : Elsevier Science Publishers B.V.
- Hernandez, B. A., Price, L. R., Kornman, J. K., Garcia, L. R., Njapau, H. and Park, L. D. 2002. "Decontamination of aflatoxinB₁ contaminated corn by ammonium persulfate during fermentation". **J. Sci. Food Agric.** 82(5) : 546-552.
- Jackson, E. P. and Groopman, D. J. 1999. "Aflatoxin and liver cancer". **Bailliere's Clinical Gastroenterology.** 13(4) : 545-555.
- Juliano, C., Mattana, A. and Usai, M. 2000. "Composition and in vitro antimicrobial activity of essential oil of *Thymus herba-barona* Loisel growing world in Sardinia". **J. of Essential Oil Res.** 12 : 516-522.
- Karaman, S., Digrak, M., Ravid, U. and Icim, A. 2001. "Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celek from Turkey". **Ethnopharmacol.** 76(2) : 183-186.
- Kurtzman, C.P. *et al.* 1987. "*Aspergillus momius*, a new aflatoxin producing species related to *Aspergillus flavus* and *Aspergillus tamarii*." **Antonie van Leeuw.** 53 : 147-158.
- Lahtinen, S.J. *et al.* 2004. Binding of aflatoxin B₁ to cell wall component of *Lactobacillus rhamnosus* strain GG. **Food Add. Contamin.** 21(2) : 158-164.
- Lin Zimin *et al.* 2003. "A cyclic carbonate and related polypeptide from a marine derived fungus of the genus *Phoma*." **Phytochem.** 64(2) : 571-574.
- Lindgren, S. E. and Dobrogosz, W. J. 1990. "Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations". **FEMS Microbiol. Rev.** 87 : 149-164.
- Line, J.E. and Brackett, R. E. 1995. "Role of toxin concentration and second carbon source in microbial transformation of aflatoxin B₁ by *Flavobacterium auranticum*." **J. Food Prot.** 58(9) : 1042-1044.
- Maggon, K.K. *et al.* 1977. "Biosynthesis of aflatoxins". **Bacteriol. Rev.** 419 : 822-855.
- Mahmoud, M. L. *et al.* 1992. "Aflatoxin production at different relative on gamma-irradiated herbs used as Egyptian drinks." **Egyptian J. Pharmaceut. Sci.** 33(1-2) : 21-30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Meier, K. R. and Marth, E.H. 1977. Production of aflatoxin by *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 during growth in the presence of curing salts. **Mycopathol.** 61(2): 77-84.
- Mendez-Albores, M. A., Arambula-Villa, G., Loarca-Pina, M. G. F., Castano-Tostado, E. and Moreno-Martinez, E. 2004. "Safety and efficacy evaluation of aqueous citric acid to degrade B-aflatoxins in maize" **Food Chem. Toxicol.** 43 : 233-238.
- Montville, T. J. and Pel-Ling, S. 1991. "Inhibition of mycotoxigenic fungi in corn by ammonium and sodium bicarbonate." **J. Food Prot.** 54(4) : 295-297.
- Newberne, P. M., Butler, W.H. 1969. "Acute and chronic effects of aflatoxin on the liver of domestic and laboratory animals": A review. **Cancer Research.** 29 : 2379-2385.
- Niku-Paavola, M. L., Laitila, A. Mattila-Sandholm, T. and Harikara, A. 1999. "New types of antimicrobial compounds produced by *Lactobacillus plantarum*". **J. Appl. Microbiol.** 86 : 29-35.
- O-aryakul, N.1985. Detoxification of aflatoxin contaminated peanuts by chemicals method:M. S. Thesis. Chiang Mai : Chiang Mai University.
- Paster, N. *et.al.* 1995. "Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain." **J. Food Prot.** 58(1) : 81-85.
- Paster, N. *et. al.* 1999. "Possible synergistic effect of nisin and propionic acid on the growth of mycotoxigenic fungi *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus ochraceus*, and *Fusarium moniliforme*." **J. Food Prot.** 62(10):1223 -1227.
- Patricia, A. E. *et al.* 2003. Chemoprevention with chlorophyllin in individuals exposed to dietary aflatoxin. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis** 523-524 (February – March) : 209-216.
- Peterson, S. W. *et.al.* 2000. "*Aspergillus bombycis*, a new aflatoxigenic species and genetic variation in its sibling species, *A.nomius*." **Mycologia** 93(4) : 689-703.
- Piard, J. C. and Desmazeaud, M. 1991. "Inhibiting factors produced by lactic acid bacteria. Oxygen metabolites and catabolism end-products". **Lait.** 71 : 525-541.
- Pittet, A. 1998. "Natural occurrence of mycotoxins in food and feeds An updated review." **Revue de Medeuim Veterinaire** 149 : 479-492.
- Pomeranz, Y. and Meloan, C.E. 1994.**Food analysis: Theory and Practice.** 3 rd ed. New York. Chapman and Hall.

- Ramakrishna, N *et.al.* 1996. “*Aspergillus flavus* colonization and aflatoxin B₁ formation in barley grain during interaction with other fungi.” **Mycopathol.** 136 : 53-63.
- Ramos, A. J. and Hernandez, E. 1997. “Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feed stuffs : a review”. **Anim. Feed Sci. Technol.** 65 : 197-206.
- Rasooli, I. and Abyaneh, R. M. 2004. “Inhibitory effects of thyme oils on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*”. **Food Control.** 15 : 479-483.
- Rasooli, I., and Mirmostaa, S. A. 2003. “Bacterial susceptibility to and chemical composition of essential oils from *Thymus persicus*”. **J. Agric. Food Chem.** 51(8) : 2200-2205.
- Rodriquez, B. S. and Mahony, E. M. 1994. “Inhibition of aflatoxin production by surfactants.” **Appl. Environ. Microbiol.** 1: 106-110.
- Sargeant, K. *et.al.* 1961. “Toxicity associated with certain samples of groundnuts.” **Nature** 192 : 1096-1097.
- Sayed, O.H. and Fadi-Allah, E.M. 1992. “Influence of aflatoxin B₁ on growth photosynthetic oxygen evolution and regreening of *Chlorella fusca*(Chlorococales, Chlorophyta).” **Cryptogamie-Algologie.** 13(1) : 45-48.
- Schnurer, J and Magnusson, J. 2005. “Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives”. **Trends Food Sci. Technol.** 1-9
- Seitz, L. M. and Mohr, H. E. 1974. “A new method for quantitation of aflatoxin in corn.” **Cereal Chem.** 54 : 179-183.
- Smiley, R.D. and Draughon, F.A. 2000. “Preliminary evidence that degradation of aflatoxin B₁ by *Flavobacterium aurantiacum* is enzymatic.” **J. Food Prot.**63(3) : 415-418.
- Tabata, S. *et. al.* 1999. “A study of the conversion of aflatoxin B₁ by treatment with sodium hydrogen sulfite.” **J. Food Hygi. Soc. Japan** 40 : 431-439.
- Thanaboripat, D. *et.al.* 1992. “Effects of sodium chloride, propionic acid and ammonium hydroxide on growth of *Aspergillus flavus* on corn and aflatoxin production.” **ASEAN Food J.** 7:24-29.
- Thanaboripat, D. *et.al.* 1997. “Detoxification of aflatoxin by *Streptococcus lactis* and lactic acid bacteria in commercial yoghurt.” **Kasetsart J.(Nat. Sci.)** 31 :117-123.

- Tomasevic-Canovic, M., Dakovic, A., Rottinghaus, G. Matijasevic, S. and Duricic, M. 2003. "Surfactant modified zeolites new efficient adsorbent for mycotoxins". **Microporous Mesoporous Materials**. 61 : 173-180.
- Tzakou, O., Verykokidou, E., Roussis, V. and Chinou, I. 1998. "Chemical composition and antibacterial properties of *Thymus longicaulis* subsp. *Chaoubardii* oils : Three chemotypes in the same population". **J. Essen. Oil Res.** 10: 97-99.
- WHO. 1979. Environmental Health Criteria II: **Mycotoxins**. World Health Organization. Geneva.
- Youssef, B.M. 1999. "Effect of gamma irradiation on aflatoxin B₁ production by *Aspergillus flavus* in ground beef stored at 5°C." **J. Food Safety** 19: 231 – 239.



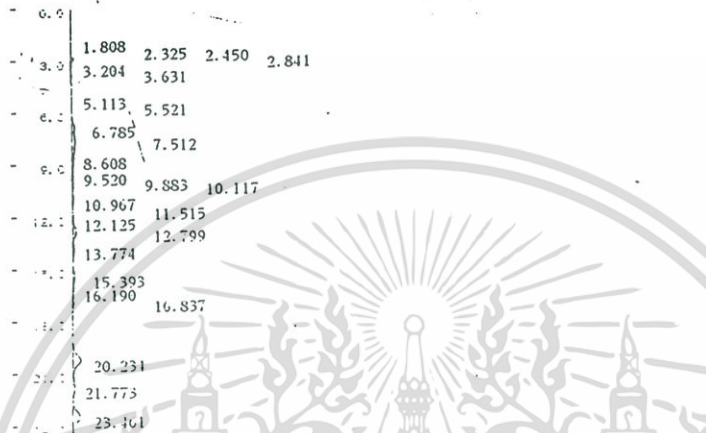
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ห่อะฟลาทอกซิน

C-R7A CHROMATOPAC CH=1 REPORT No.=96 DATA=I:DANG.C59 04/10/25 23:53:38



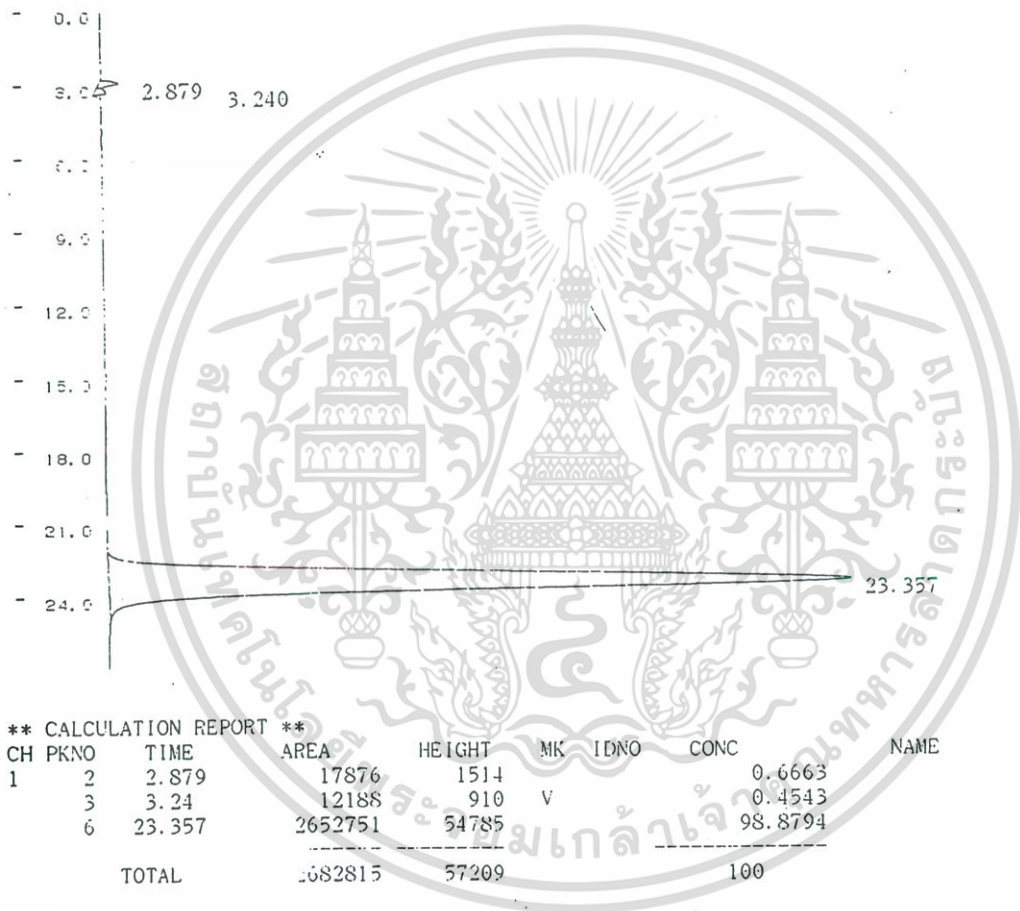
** CALCULATION REPORT **

| CH | PKNO | TIME | AREA | HEIGHT | MR | IBNO | CONC | NAME |
|-------|------|--------|----------|--------|----|------|---------|------|
| 1 | 1 | 1.808 | 1162 | 41 | | | 0.0056 | |
| | 2 | 2.325 | 5010 | 288 | V | | 0.0212 | |
| | 3 | 2.45 | 3397 | 346 | V | | 0.0164 | |
| | 4 | 2.841 | 41320 | 2992 | V | | 0.1994 | |
| | 5 | 3.204 | 14734 | 1043 | V | | 0.0711 | |
| | 6 | 3.631 | 11997 | 475 | V | | 0.0579 | |
| | 8 | 5.113 | 3754 | 281 | V | | 0.0181 | |
| | 9 | 5.521 | 3005 | 295 | V | | 0.0386 | |
| | 10 | 6.785 | 88438 | 2503 | V | | 0.4269 | |
| | 11 | 7.512 | 193670 | 2904 | V | | 0.9348 | |
| | 12 | 8.608 | 45112 | 1541 | V | | 0.2192 | |
| | 13 | 9.52 | 47824 | 1158 | V | | 0.2308 | |
| | 14 | 9.883 | 10548 | 990 | V | | 0.0509 | |
| | 15 | 10.117 | 17514 | 918 | V | | 0.0845 | |
| | 16 | 10.967 | 30249 | 865 | V | | 0.146 | |
| | 17 | 11.515 | 7627 | 389 | V | | 0.0368 | |
| | 18 | 12.125 | 23362 | 1027 | V | | 0.1128 | |
| | 19 | 12.799 | 138790 | 3330 | V | | 0.6699 | |
| | 20 | 13.774 | 40934 | 1035 | V | | 0.1976 | |
| | 21 | 15.393 | 74036 | 1925 | V | | 0.3574 | |
| | 22 | 16.19 | 17993 | 635 | V | | 0.0868 | |
| | 23 | 16.837 | 31164 | 904 | V | | 0.1504 | |
| | 26 | 20.234 | 345665 | 7102 | V | | 1.6684 | |
| | 27 | 21.773 | 115627 | 1904 | V | | 0.5581 | |
| | 28 | 23.461 | 304758 | 6573 | V | | 1.471 | |
| | 29 | 28.765 | 19094956 | 333436 | S | | 92.1663 | |
| TOTAL | | | 20717942 | 374697 | | | 100 | |

ภาพที่ ก-1 โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด B, วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C-R7A CHROMATOGRAM CH-1 REPORT No.=57 DATA=1:DAANG.C20 04/10/24 22:13:24



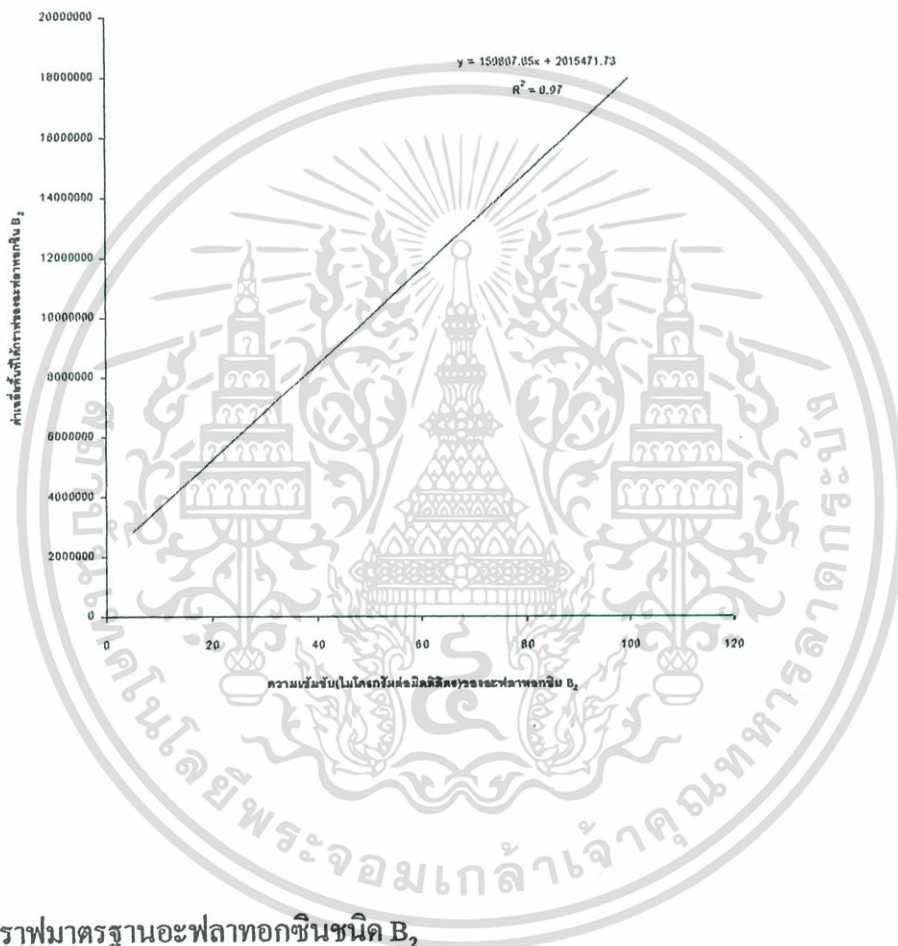
ภาพที่ ก-2 โครมาโทแกรมของอะฟลาทอกซินชนิด B₂ วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก-3 กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด B₁

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก-4 กราฟมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด B₂

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของเกลือที่ใช้ในการทดลอง

แอมโมเนียมคาร์บอเนต

สูตร โมเลกุล $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

มวล โมเลกุล 960.464

ลักษณะ เป็นผลึกสีขาวมีกลิ่นของแอมโมเนีย

การละลาย ละลายได้ดีในน้ำ

แอมโมเนียมคลอไรด์

สูตร โมเลกุล NH_4Cl

มวล โมเลกุล 53.49

ลักษณะ เป็นผลึกสีขาวมีกลิ่นของแอมโมเนีย

การละลาย ละลายได้ดีในน้ำ

แอมโมเนียมซัลเฟต

สูตร โมเลกุล $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

มวล โมเลกุล 132.13

ลักษณะ เป็นผลึกสีขาวมีกลิ่นของแอมโมเนีย

การละลาย ละลายได้ดีในน้ำ

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหาร Malt Extract Agar (MA)

อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป MA 36.0 กรัม

ประกอบด้วย

Maltose, Technical 12.57 กรัม

Bacto Dextrin 2.75 กรัม

Bacto Glycerol 2.35 กรัม

Bacto Peptone 0.75 กรัม

Agar Powder 15.0 กรัม

หรือใช้ส่วนผสมของ

Malt extract 30.0 กรัม

Mycological Peptone 5.0 กรัม

Agar Powder 15.0 กรัม

ละลายส่วนผสมทั้งหมดให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ต้มให้ละลายนิ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

อาหารข้าวโพดสกัด (Corn Extract Agar)

ข้าวโพด 200 กรัม

ผงวุ้น 15.0 กรัม

ข้าวโพดบดละเอียด

นำข้าวโพดบดละเอียดต้มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

กรองเอาน้ำใสและเติมน้ำให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

เติมผงวุ้น 15 กรัมและต้มให้วุ้นละลาย

นิ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที



ภาคผนวก ง
ข้อมูลดิบของผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-1 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| | 2 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| | 3 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.10 | 4.10 | 4.10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 4 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 5 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 6 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.60 | 8.60 | 8.60 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 1% | 1 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.40 | 3.40 | 3.40 |
| | 2 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.40 | 4.40 | 4.40 |
| | 3 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.60 | 6.60 | 6.60 |
| | 4 | 8.10 | 8.10 | 8.10 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.10 | 8.10 | 8.10 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 2% | 1 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.30 | 2.30 | 2.30 |
| | 2 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.50 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.70 | 4.70 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 3 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.90 | 6.90 | 6.90 | 6.80 | 6.80 | 6.80 |
| | 4 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.30 | 8.30 | 8.30 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.10 | 8.10 | 8.10 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 3% | 1 | 2.60 | 2.60 | 2.60 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.10 | 2.10 | 2.10 |
| | 2 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 3 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 6.90 | 6.90 | 6.90 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.70 | 6.70 | 6.70 |
| | 4 | 8.80 | 8.80 | 8.80 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.70 | 8.70 | 8.70 | 8.50 | 8.50 | 8.50 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 2 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 3 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.30 | 7.30 | 7.30 | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.80 | 6.80 | 6.80 |
| | 4 | 8.80 | 8.80 | 8.80 | 8.70 | 8.70 | 8.70 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.10 | 8.10 | 8.10 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 5% | 1 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.30 | 2.30 | 2.30 |
| | 2 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.70 | 4.70 | 4.70 |
| | 3 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.60 | 7.60 | 7.60 | 7.80 | 7.80 | 7.80 | 7.50 | 7.50 | 7.50 |
| | 4 | 8.70 | 8.70 | 8.70 | 8.60 | 8.60 | 8.60 | 8.30 | 8.30 | 8.30 | 8.70 | 8.70 | 8.70 | 8.20 | 8.20 | 8.20 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-2 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้น
ต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| | 2 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| | 3 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.10 | 4.10 | 4.10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 4 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 5 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 6 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.60 | 8.60 | 8.60 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 1% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-3 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหาร malt extract agar ที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น

ต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.40 | 1.40 | 1.40 |
| | 2 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| | 3 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.10 | 4.10 | 4.10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 4 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 5 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 6 | 8.40 | 8.40 | 8.40 | 8.20 | 8.20 | 8.20 | 8.60 | 8.60 | 8.60 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 1% | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.30 | 1.50 | 1.30 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| | 2 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 |
| | 3 | 4.10 | 4.10 | 4.10 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.40 | 5.40 | 5.40 |
| | 4 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 5.40 | 5.40 | 5.40 |
| | 5 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |
| | 6 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | |
| 2% | 1 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | |
| | 2 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | |
| | 3 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.40 | 4.40 | 4.40 |
| | 4 | 5.20 | 5.50 | 5.20 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 5 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| | 6 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 3% | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 2 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.46 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |
| | 3 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 5.10 | 5.10 | 5.10 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 4 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.30 | 5.30 | 5.30 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| | 5 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 5.70 | 5.70 | 5.70 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 6.60 | 6.60 | 6.60 |
| | 6 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 6.80 | 6.80 | 6.80 |
| | 7 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |

ตารางที่ ง-3(ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| | 2 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 2.70 | 2.70 | 2.70 | 2.80 |
| | 3 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 4.10 | 4.10 | 4.10 |
| | 4 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.70 | 4.70 | 4.70 |
| | 5 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 |
| | 6 | 5.10 | 5.10 | 5.10 | 5.30 | 5.30 | 5.30 | 5.40 | 5.40 | 5.40 | 5.70 | 5.70 | 5.70 | 5.60 | 5.60 | 5.60 |
| | 7 | 5.30 | 5.30 | 5.30 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.80 | 5.80 | 5.80 |
| 5% | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| | 2 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 3 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 |
| | 4 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.70 |
| | 5 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 6 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 7 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 5.10 | 5.10 | 5.10 | 5.30 | 5.30 | 5.30 | 5.20 | 5.20 | 5.20 |

ตารางที่ ง-4 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | |
| | 2 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | |
| | 3 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| | 4 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.80 | 4.80 | 4.80 |
| | 5 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 |
| | 6 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 |
| | 7 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| 1% | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 2 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 |
| | 3 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 | 4.90 |
| | 4 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.20 |
| | 5 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 2% | 1 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.10 |
| | 2 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 3 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 5.90 | 5.90 | 5.90 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 5.80 | 5.80 | 5.80 |
| | 4 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 7.20 | 7.20 | 7.20 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.90 | 6.90 | 6.90 |
| | 5 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 3% | 1 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 2 | 4.70 | 4.70 | 4.70 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 3 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 4 | 7.80 | 7.80 | 7.80 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 7.80 | 7.80 | 7.80 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 2 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 |
| | 3 | 6.20 | 6.20 | 6.20 | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.10 |
| | 4 | 7.80 | 7.80 | 7.80 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| 5% | 1 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 2 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.50 | 4.50 | 4.50 |
| | 3 | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.50 |
| | 4 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 | 7.90 |
| | 5 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 6 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |
| | 7 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 9.00 |

ตารางที่ ง-5 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมแอม โมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | |
| | 2 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | |
| | 3 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | |
| | 4 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.80 | 4.80 | 4.80 |
| | 5 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 |
| | 6 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 |
| | 7 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| 1% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-5 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-5(ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5% | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ ง-6 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางการเจริญ(ซม.) ของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในอาหารข้าวโพดสกัดที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 | 1 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| | 2 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 3 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.20 |
| | 4 | 4.80 | 4.80 | 4.80 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.80 | 4.80 | 4.80 |
| | 5 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 | 6.70 |
| | 6 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 |
| | 7 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 8.00 |
| 1% | 1 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| | 2 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.40 |
| | 3 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 4 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.70 | 3.70 | 3.70 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.70 | 3.70 | 3.70 |
| | 5 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| | 6 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |

ตารางที่ ง-6(ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 7 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 |
| 2% | 1 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| | 2 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.40 | 2.40 | 2.40 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 | 2.30 |
| | 3 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.20 | 3.20 | 3.20 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 4 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.10 | 3.10 |
| | 5 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| | 6 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| | 7 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| 3% | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 2 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 | 2.20 |
| | 3 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.80 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.90 | 3.90 |
| | 4 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.50 | 4.50 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 | 4.60 |
| | 5 | 6.90 | 6.90 | 6.90 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.80 |
| | 6 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.50 | 7.60 | 7.60 | 7.60 | 7.70 | 7.70 | 7.70 | 7.70 | 7.70 | 7.70 |
| | 7 | 8.50 | 8.50 | 8.50 | 9.00 | 9.00 | 9.00 | 8.60 | 8.60 | 8.60 | 8.80 | 8.80 | 8.80 | 8.50 | 8.50 | 8.50 |

ตารางที่ ง-6 (ต่อ)

| ความเข้มข้น | วันที่ | งาน1 | | | งาน2 | | | งาน3 | | | งาน4 | | | งาน5 | | |
|-------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4% | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 2 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 1.90 |
| | 3 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.80 | 3.80 | 3.80 |
| | 4 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.80 | 5.80 | 5.80 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 5 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.50 | 5.60 | 5.60 | 5.60 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 6 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 7 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.30 | 6.30 | 6.30 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.60 |
| 5% | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 2 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.90 | 1.90 | 1.90 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 3 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.10 | 2.10 | 2.10 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| | 4 | 3.50 | 3.50 | 3.50 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.60 | 3.40 | 3.40 | 3.40 | 3.50 | 3.50 | 3.50 |
| | 5 | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.50 | 4.50 | 4.50 | 4.20 | 4.20 | 4.20 | 4.30 | 4.30 | 4.30 | 4.20 | 4.20 | 4.20 |
| | 6 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 6.60 | 6.60 | 6.60 | 6.80 | 6.80 | 6.80 | 6.90 | 6.90 | 6.90 |
| | 7 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.00 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 | 7.10 |

ตารางที่ ง-7 พื้นที่ใต้กราฟของสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมแอมโมเนียมซัลเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ |
| 0 | 1 | 141512 | 11762 | 56366 | 7990 | 26207 | 9630 | 317364 | 111278 |
| | 2 | 58480 | 3306 | 196325 | 24311 | 180798 | 15109 | 49685 | 8529 |
| | 3 | 29677 | 7534 | 7632 | 2650 | 30790 | 1556 | 189669 | 18755 |
| 1 | 1 | 525235 | 99059 | 564276 | 47047 | 896476 | 111224 | 1398499 | 243126 |
| | 2 | 740324 | 168710 | 135136 | 51739 | 249119 | 46840 | 1920172 | 408344 |
| | 3 | 95757 | 25879 | 887879 | 88748 | 431964 | 72412 | 1920001 | 406922 |
| 2 | 1 | 525235 | 99059 | 564276 | 47047 | 896476 | 111224 | 1398499 | 243126 |
| | 2 | 740324 | 168710 | 135136 | 51739 | 249119 | 46840 | 1920172 | 408344 |
| | 3 | 95757 | 25879 | 887879 | 88748 | 431964 | 72412 | 1920001 | 406922 |
| 3 | 1 | 2541604 | 367498 | 1397797 | 241321 | 1089562 | 173863 | 6878267 | 1146106 |
| | 2 | 2778970 | 483687 | 643135 | 105387 | 2335726 | 374127 | 6876415 | 905199 |
| | 3 | 1241678 | 268506 | 2134699 | 293714 | 4386043 | 622029 | 13050892 | 1607251 |
| 4 | 1 | 38483 | 12840 | 762320 | 97773 | 154434 | 12640 | 811605 | 65497 |
| | 2 | 128796 | 31049 | 492339 | 50546 | 657877 | 53918 | 904284 | 62213 |
| | 3 | 17955 | 13957 | 541971 | 15969 | 1411160 | 62474 | 1159372 | 394174 |

ตารางที่ ง-7(ต่อ)

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ |
| 0 | 1 | 15055 | 15811 | 192938 | 69737 | 847382 | 96876 | 259370 | 24512 |
| | 2 | 34712 | 30996 | 350081 | 163438 | 486133 | 91203 | 299343 | 27394 |
| | 3 | 12272 | 7307 | 64189 | 40658 | 563331 | 59719 | 773950 | 112898 |

ตารางที่ ง-8 พื้นที่ใต้กราฟของสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมแอมโมเนียมคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ |
| 0 | 1 | 141512 | 11762 | 56366 | 7990 | 26207 | 9630 | 317364 | 111278 |
| | 2 | 58480 | 3306 | 196325 | 24311 | 180798 | 15109 | 49685 | 8529 |
| | 3 | 29677 | 7534 | 7632 | 2650 | 30790 | 1556 | 189669 | 18755 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ง-8(ต่อ)

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ตารางที่ ง-9 พื้นที่ใต้กราฟของสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *A.flavus* IMI 242684 ในเมล็ดข้าวโพดที่เติมแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ |
| 0 | 1 | 141512 | 11762 | 56366 | 7990 | 26207 | 9630 | 317364 | 111278 |
| | 2 | 58480 | 3306 | 196325 | 24311 | 180798 | 15109 | 49685 | 8529 |
| | 3 | 29677 | 7534 | 7632 | 2650 | 30790 | 1556 | 189669 | 18755 |
| 1 | 1 | 93498 | 33016 | 26621 | 5084 | 230286 | 44396 | 69458 | 5718 |
| | 2 | 175753 | 55279 | 26621 | 5084 | 562758 | 62038 | 378280 | 49399 |
| | 3 | 454245 | 78580 | 27086 | 4399 | 54004 | 4241 | 26484 | 9548 |
| 2 | 1 | 224744 | 36504 | 590963 | 57668 | 4757950 | 589556 | 217145 | 50261 |
| | 2 | 147667 | 14425 | 239267 | 25147 | 1874516 | 226144 | 641472 | 181477 |
| | 3 | 27586 | 0 | 421076 | 71085 | 1186229 | 201184 | 1349765 | 302898 |
| 3 | 1 | 0 | 3778 | 626044 | 183956 | 67138 | 18952 | 1368739 | 304437 |
| | 2 | 0 | 6271 | 2285732 | 166641 | 9019 | 6081 | 672819 | 178045 |
| | 3 | 0 | 0 | 2762076 | 328077 | 116639 | 13861 | 1413027 | 292909 |
| 4 | 1 | 0 | 9358 | 139730 | 75982 | 535589 | 194796 | 264508 | 119374 |
| | 2 | 392926 | 116250 | 72228 | 29505 | 867756 | 209067 | 300916 | 101870 |
| | 3 | 0 | 0 | 363577 | 121311 | 652896 | 236817 | 2044183 | 447295 |

ตารางที่ ง-9(ต่อ)

| ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์) | จำนวนซ้ำ | วันที่เก็บผล(วัน) | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | | 7 | | 14 | | 21 | | 28 | | |
| | | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | B ₁ | B ₂ | |
| 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75298 | 28473 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4019 | 0 | 143280 | 60775 |
| | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 97120 | 39825 |

ประวัติผู้เขียน

นางจรรุวรรณ นันทการ เกิดเมื่อวันที่ 18 กันยายน 2507 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาสัตวบาล จากภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ปีการศึกษา 2539 ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ สังกัดภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้