18978

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

T099166

เรื่อง

การแยกเชื้อจุลินทรีย์ในปลวกและทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส

Isolation microorganism in termites and qualification test in cellulose lignin and amylose degradation

โดย

นางสาวสุทธดา ตันวัฒนะพงษ์

ปพ.
ส๙๗๓
๒๕๔๕

สถาบัน.....
ทะเบียน.....99166
วัน.เดือน.ปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญาตรี

วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การแยกเชื้อจุลินทรีย์ในปลวกและทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลาย

เซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส

Isolation microorganism in termites and qualification test in cellulose

lignin and amylose degradation

โดย

นางสาวสุทธดา ตันวัฒนะพงษ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่...๑๖..เดือน.....พ.ค.....พ.ศ. ๕๖..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	:	การแยกเชื้อจุลินทรีย์ในปลวกและทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส
โดย	:	นางสาวสุทธดา ตันวัฒนะพงษ์
ชื่อปริญญา	:	วิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	..... 26 / ก.ค. / 2546

(รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง)

การแยกเชื้อจุลินทรีย์ภายในตัวปลวก ปรากฏว่าพบเชื้อจุลินทรีย์ 13 ชนิด คือ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 โดยนำเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 13 ชนิด มาทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส จากการทดสอบผลปรากฏว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่ *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ยกเว้น *Aspergillus niger* Tm01 และ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08 และ *Trichoderma harzianum* Tm09 ยกเว้น *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11 และ Bacteria Tm12 ยกเว้น Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Isolation of microorganism from termites and test for cellulose lignin and amylose degradation.

By : Miss.Sutthada Tanwatthanaphong

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major Field : Plant Pest Management Technology

Advisor : .....Kasem Soytong..... 27 / May / 2003

(Assoc.Prof.Dr.Kasem Soytong)

The isolation of microorganism from termites has found 13 isolates as follows : *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 and Bacteria Tm13. These microorganism were tested to prove for cellulose, lignin and amylose degradation. Result showed that the microorganism which can degrade cellulose is *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, Bacteria Tm12 and Bacteria Tm13 except for *Aspergillus niger* Tm01 and *Verticillium chlamydosporium* Tm11. The microorganism that can degrade lignin is *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08 and *Trichoderma harzianum* Tm09 except for *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 and Bacteria Tm13. Moreover, the microorganism that can degrade amylose is *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11 and Bacteria Tm12 except for Bacteria Tm13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูงที่ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี โดยได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง พร้อมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์สารต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนเสร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ อันเป็นแนวคิดให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้มาแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์ทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโททุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในด้านการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจเสมอมา

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้ความอนุเคราะห์ปัจจัยในด้านต่างๆ และคอยเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุทธดา ตันวัฒนะพงษ์

พฤษภาคม 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
คำนิยม	iii
สารบัญ	iv
สารบัญภาพ	v
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	13
วิจารณ์ผลการทดลอง	70
สรุปผลการทดลอง	72
เอกสารอ้างอิง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงปลวกที่ใช้ในการแยกเชื้อจุลินทรีย์	13
2	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน	15
3	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01 (40x)	16
4	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน	18
5	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02 (40x)	18
6	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน	20
7	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03 (40x)	21
8	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน	23
9	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04 (40x)	23
10	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05 บนอาหาร PDA อายุ 21 วัน	25
11	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05 (40x)	25
12	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน	27
13	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06 (40x)	27
14	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07 บนอาหาร PDA อายุ 28 วัน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07 (40x)	29
16	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08 บนอาหาร PDA อายุ 28 วัน	31
17	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08 (40x)	31
18	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน	33
19	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09 (40x)	33
20	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน	35
21	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10 (40x)	35
22	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน	37
23	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11(40x)	37
24	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ Bacteria Tm12 บนอาหาร PDPA อายุ 3 วัน	38
25	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ Bacteria Tm12 (40x)	39
26	แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ Bacteria Tm13 บนอาหาร PDPA อายุ 3 วัน	40
27	แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ Bacteria Tm13 (40x)	41
28	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01	43
29	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02	44
30	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04	46
32	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05	47
33	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06	48
34	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07	49
35	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08	50
36	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09	51
37	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10	52
38	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11	53
39	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ Bacteria Tm12	54
40	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ Bacteria Tm13	55
41	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01	56
42	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02	56
43	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03	57
44	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05	58
46	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06	58
47	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07	59
48	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08	59
49	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09	60
50	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10	60
51	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11	61
52	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ Bacteria Tm12	61
53	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ Bacteria Tm13	62
54	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01	63
55	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02	63
56	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03	64
57	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04	64
58	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
59	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06	65
60	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07	66
61	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08	66
62	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09	67
63	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10	67
64	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11	68
65	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ Bacteria Tm12	68
66	แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ Bacteria Tm13	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปลวกเป็นแมลงที่มีขนาดลำตัวเล็กซึ่งอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นสังคม และมีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศอย่างยิ่ง โดยสามารถกัดกินเนื้อไม้ที่แข็งได้ เนื่องจากปลวกใช้เซลลูโลสเป็นอาหาร บทบาทดังกล่าวสามารถมองได้ทั้งในแง่ที่เป็นประโยชน์ คือ ช่วยย่อยสลายกิ่งไม้และเศษไม้ต่างๆ ที่มีในป่าให้สลายตัวได้อย่างรวดเร็ว ส่วนโทษนั้นปลวกเป็นแมลงอันตรายที่เข้าไปทำลายสิ่งของหรือสิ่งปลูกสร้างต่างๆที่เป็นไม้ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อไม้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) คาร์โบรไฮเดรต และอื่นๆ โดยปกติแมลงชนิดอื่นไม่สามารถกัดกินไม้เป็นอาหารได้ดังเช่นปลวก

ปลวกเป็นกลุ่มแมลงที่ได้ถูกจำแนกตามลักษณะอุปนิสัยการกินซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ และกลุ่มปลวกกินดิน สำหรับบทบาทของปลวกทั้งสองกลุ่มก็คือ เป็นแมลงขนาดเล็กที่เป็นตัวเร่งให้แร่ธาตุและสารอาหารเกิดการหมุนเวียนได้อย่างรวดเร็วในระบบนิเวศ ซึ่งในกระเพาะอาหารของปลวกมีจุลินทรีย์อยู่หลายชนิด ซึ่งมีทั้งเชื้อรา แบคทีเรีย และโปรโตซัวโดยจะอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน ความสามารถของแบคทีเรียต่อการสร้างเอนไซม์ย่อยสลายสารลิกโนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งสารทั้งสองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อไม้ ผลผลิตที่แบคทีเรียย่อยสลายเนื้อไม้ด้วยเอนไซม์ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมา นอกจากนี้ในกลุ่มปลวกชั้นสูงบางวงศ์ย่อยยังมีการอยู่ร่วมกันกับราของเห็ดโคน และราของเห็ดโคนเป็นตัวช่วยย่อยเซลลูโลสให้เป็นอาหารของปลวกอีกทอดหนึ่ง จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ภายในกระเพาะปลวกที่มีความสามารถในการสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายเซลลูโลส เพื่อนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเกี่ยวกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ภายในกระเพาะอาหารของปลวก ซึ่งมีความสามารถในการสร้างเอนไซม์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการย่อยสลายสารลิกโนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส โดยที่สารทั้งสองชนิดนี้เป็นองค์ประกอบสำคัญของเนื้อไม้ที่ปลวกใช้เป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ปลวก โดยทั่วไปเป็นแมลงที่ชอบอาศัยและมีชีวิตอยู่ในที่มืด กิจกรรมต่างๆ ของปลวกจะดำเนินไปในที่มืดตลอดเวลาเกือบทั้งหมด ยกเว้นเฉพาะในช่วงแมลงเม่าจะเปลี่ยนนิสัยชอบบินเข้าหาแสงไฟที่สว่างเพื่อการผสมพันธุ์ (ณิศ,2522)

ปลวกเป็นแมลงใน Order Isoptera เป็นแมลงสังคมที่มีชีวิตอยู่ร่วมกัน มีรูปร่างคล้ายมด ลำตัวมีสีค่อนข้างขาว มีกรามแข็งแรง มีหนวดเป็นแบบสร้อยลูกปัด ซึ่งต่างจากมดที่มีหนวดเป็นแบบข้อศอก และส่วนต่อระหว่างอกกับส่วนท้องไม่คอดกิ่วเหมือนมด อาหารของปลวก คือ เซลลูโลส ที่เป็นองค์ประกอบภายในเนื้อไม้ และสามารถจำแนกปลวกตามอุปนิสัยการกินออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ (Wood-feeding termite) และกลุ่มปลวกกินดิน (Soil-feeding termite) เมื่อพิจารณาถึงความสามารถพิเศษของปลวกพบว่า ในกระเพาะอาหารของปลวกมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาศัยอยู่มากมาย ทั้งแบคทีเรีย และโปรโตซัว ที่ช่วยย่อยสลายเนื้อไม้ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นคาร์โบไฮเดรตและกรดไขมันที่มีโครงสร้างสายโซ่สั้น เป็นการช่วยให้ตัวปลวกดูดซึมธาตุอาหารที่ผ่านการย่อยแล้วจากจุลินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและสะดวกขึ้น

แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในกระเพาะอาหารของปลวกส่วนใหญ่นั้น เป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ได้ในสภาพที่ปราศจากก๊าซออกซิเจน (Anaerobic bacteria) ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างก๊าซมีเทน (Methano gensis) และรวมถึงการสร้างสารโฮโมอะซีโตน (Homoacetogensis) ลักษณะของขบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นคล้ายๆ กับการย่อยสลายอาหาร โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารวัว และควายถือเป็นการอาศัยพึ่งพากันระหว่างปลวกและจุลินทรีย์ และเราเรียกว่า Mutualistic กระเพาะของปลวกสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ กระเพาะส่วนหน้า (Foregut) กระเพาะส่วนกลาง (Midgut) และกระเพาะส่วนหลัง (Hindgut) โดยที่กระเพาะส่วนหลังเป็นกระเพาะที่ใหญ่ที่สุด และมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ตัวอย่างจุลินทรีย์ที่พบในกระเพาะส่วนหลังของปลวกในกลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ชนิดหนึ่งที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส (*Reticulitermes flavipes*) เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน และทนทานต่อกรดแลกติก (Aero-tolerant lactic-acid bacteria) พบมากประมาณ 58 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในสภาพปราศจากก๊าซออกซิเจน และรวมกลุ่มเป็นกระจุก (Facultatively anaerobic enterobacteria) พบ 20 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน (Aerobicbacteria) พบ 22 เปอร์เซ็นต์

สำหรับในกระเพาะของปลวกกินไม้ชนิด เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส ชนิดของแบคทีเรียที่พบอยู่ในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน และทนทานต่อกรดแลคติกมากเป็นพิเศษก็คือ เอนเตอร์โรคอคคัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Enterococcus* sp.) แบคทีเรียชนิดนี้มีบทบาทที่สำคัญคือ ผลิตกรดแลคติกมาจากน้ำตาลกลูโคส นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียในสกุลเดสซัลโฟวิบริโอ (*Desulfovibrio* spp.) อยู่หลายชนิด แบคทีเรียในสกุลนี้เป็นพวกที่สามารถช่วยลดปริมาณซัลเฟต เมื่อปลวกกินอาหารที่มีสารซัลเฟตมากๆ เข้าไป และยังพบว่าแบคทีเรียสกุลนี้มีอยู่ในปลวกหลายชนิดด้วยกัน

ในกรณีการปลดปล่อยก๊าซไฮโดรเจนจากจุลินทรีย์ในกระเพาะของปลวกชั้นต่ำ ซึ่งจะเกิดจากขบวนการย่อยสลายเศษซากพืชส่วนใหญ่มักจะเกิดจากการหมักของคาร์โบไฮเดรต ที่เกิดอยู่ในลำไส้ของโปรโตซัว ขณะที่การปลดปล่อยก๊าซไฮโดรเจนของปลวกชั้นสูงนั้นยังไม่ทราบแหล่งที่มาที่แน่นอนของขบวนการปลดปล่อยก๊าซไฮโดรเจน และยังพบว่าในขบวนการสังเคราะห์สารโฮโมอะซีโตนของกลุ่มปลวกกินเนื้อไม้และขบวนการสร้างก๊าซมีเทนของกลุ่มปลวกกินดิน ยังเป็นปริศนาต่อการเข้าใจถึงกลไกที่เกิดขึ้นของขบวนการดังกล่าว ในกรณีของการใช้ก๊าซไฮโดรเจนของปลวกชนิด เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส ได้ก๊าซไฮโดรเจนมาจากเนื้อเยื่อบุผนังกระเพาะของปลวก โดยลักษณะที่น่าสังเกตบริเวณเนื้อเยื่อบุผนังกระเพาะของปลวกชนิด เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส มีปริมาณของจุลินทรีย์กลุ่มโปรคาริโอตที่ช่วยในการสังเคราะห์ก๊าซมีเทนอยู่อย่างหนาแน่น ยังพบว่าในกระเพาะปลวกชนิด เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส มีอัตราของปฏิกริยาออกซิเดชันต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้สูงเกิดจากโปรโตซัวที่อาศัยอยู่ในกระเพาะส่วนหลังของปลวก

กลุ่มปลวกกินดิน ถือว่าเป็นกลุ่มปลวกที่มีความหลากชนิดสูงที่สุดของจำนวนชนิดของปลวกทั้งหมด และเป็นกลุ่มปลวกที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศของป่าเขตร้อนชื้นต่อวงจรของการหมุนเวียนของธาตุอาหาร ในขณะที่กลุ่มปลวกกินเนื้อไม้ที่ปลวกกินเข้าไปส่วนใหญ่นั้นมักจะมีคาร์โบไฮเดรตต่ำ สารโพลีฟีนอยด์สูง และมีมวลสารของธาตุไนโตรเจนสูง จากการศึกษาในกระเพาะส่วนหลังของกลุ่มปลวกกินดินพบว่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง (pH) สูง ในบริเวณใจกลางกระเพาะส่วนหลังด้านบนโดยที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่า 12 (pH>12) และพบจุลินทรีย์ในบริเวณดังกล่าวอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารโพลีฟีนอยด์ให้กลายไปเป็นดินอินทรีย์

ตามปกติจุลินทรีย์ที่อาศัยในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนในกระเพาะของปลวกชั้นต่ำ จะมีหน้าที่สำคัญต่อการย่อยสลายสายโซ่ของลิกโนเซลลูโลส (Lignocelluose) ของเนื้อไม้ให้แยกย่อยออกมาเป็นอนุภาคของคาร์โบไฮเดรต ในขณะที่ปลวกชั้นสูงที่เป็นสมาชิกวงศ์ย่อย มาโครเตอร์มิตินี (Macrotermitinae) ได้มีการปรับตัวอยู่ร่วมกันกับเชื้อราของเห็ดโคน (*Termitomyces* spp.) เพราะว่าเชื้อราของเห็ดโคนเป็นเชื้อราที่เป็นตัวช่วยในการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลส ที่เกิดขึ้นภายในสวนรา (Fungal garden) ของปลวก แล้วปลวกนำชิ้นส่วนของลิกโนเซลลูโลสไปกินเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง สำหรับในปลวกชั้นวงศ์ย่อยอื่น อาจพบว่าปลวกมีการสร้างสวนรา หรือบางทีมีโปรโตซัวที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยอยู่ในกระเพาะส่วนหลังเป็นตัวย่อยเซลลูโลสที่พบอยู่ในต่อมน้ำลายของปลวก และเนื้อเยื่อบุกระเพาะอาหารส่วนกลางของปลวกก็คือ เอนไซม์เอนโดจีเนียสเซลลูเลส (Endogenous cellulases) ตัวอย่างของแบคทีเรียที่พบในกระเพาะของปลวกกินเนื้อไม้ชนิด เรติคูลิเตอเมส ฟลาวิเพส คือ เชื้อเมทตาโนบรีวิเบคเตอร์ (*Methanobrevibacter* sp.) (Brune,1998)

สัตถาพร (2524) ได้ทำการคัดเลือกแบคทีเรียที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลส และได้เชื้อสายพันธุ์ที่ผลิตเอนไซม์สูงสุดคือ *Bacillus subtilis* PR1 โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตเอนไซม์อะไมเลส เปรียบเทียบกับเชื้อ *Bacillus amyloliquefaciens* IAM B_{1512}

มณี (2526) จากการชักนำ *Aspergillus niger* N-2 ให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยมิวทาเจน 5 ชนิด คือ N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine , ethylmethane sulfonate , nitrous acid แสงอุลตราไวโอเลต และรังสีแกมมา พบว่า *Aspergillus niger* NE10 ซึ่งเป็นมิวแตนท์ที่ได้จากการใช้สาร ethylmethane sulfonate สามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ดีกว่าเชื้อเดิม 2 เท่า

พรทิพย์ (2528) การศึกษาสภาวะและปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ของเชื้อแอคติโนมัยซีสรหัส 24402 ปรากฏว่าเชื้อสร้างเอนไซม์ให้ค่า FP degradating activity สูงสุดเมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มี cellulose 2 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งคาร์บอน peptone 0.25 เปอร์เซ็นต์ , yeast extract 0.075 เปอร์เซ็นต์ , KH_2PO_4 0.5 เปอร์เซ็นต์ และ $MgSO_4.7H_2O$ 0.5 เปอร์เซ็นต์ pH เริ่มต้นของอาหารเท่ากับ 7 และอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 40 องศาเซลเซียส

น้อย (2529) การศึกษาการนำตัวอย่างดินและอินทรียวัตถุที่ถูกทับถมจำนวน 125 ตัวอย่าง มาทำการแยกเชื้อราที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ได้เชื้อราทั้งหมด 470 สายพันธุ์ ในอาหารที่มี walseth cellulose เป็นแหล่งคาร์บอน พบว่ามีเพียง 80 สายพันธุ์ที่ให้แถบความใสด้านใต้โคโลนีมากกว่า 15 มิลลิเมตร ในสัปดาห์ที่ 3 การคัดเลือกขั้นที่สอง พบว่ามีเพียง 3 สายพันธุ์เท่านั้นที่มีความสามารถสูงในการย่อยสลายกระดาษกรอง คือ สายพันธุ์ FKN 125, FKB 350 และ FKC 445 โดยที่สายพันธุ์ FKN 125 คือเชื้อ *Aspergillus fumigatus* Fresenius เป็นสายพันธุ์ที่มีความสามารถสูงที่สุดในการย่อยสลายกระดาษกรอง และมีความสามารถในการย่อย carboxymethyl cellulose (CMC) ซึ่งจะผลิตเอนไซม์ β-glucosidase และ xylanase ได้อีกด้วย

ปราณี (2530) ศึกษาโดยทำการคัดเลือกเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการย่อยแป้งดิบ เชื้อราที่มีกิจกรรมเอนไซม์ย่อยแป้งสูงสุดในการย่อย soluble starch แป้งข้าวสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลังเมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส คือ *Mucor* sp. W 252 รองลงมาคือ *Mucor* sp. PM 41

วิเชียร (2532) การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตเอนไซม์ย่อยสลายเซลลูโลส และไซแลน โดย *Aspergillus fumigatus* Fresenius รหัส 4-45-1F ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงแบบแห้งในอาหารเลี้ยงเชื้อที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ฟางข้าว ชานอ้อย กาบข้าวโพด ซังข้าวโพด และรำข้าวสาลีเป็นแหล่งธาตุอาหาร พบว่าฟางข้าวเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการสร้างเอนไซม์ดังกล่าว เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารของเชื้อรานี้สร้างเอนไซม์ย่อยสลายเซลลูโลส และไซแลนได้มากที่สุด เมื่อเติม NH_4NO_3 0.2 กรัม และ yeast extract 0.001 กรัม ในฟางข้าว 5 กรัม ที่มีความชื้นเริ่มต้น 81 เปอร์เซ็นต์ หลังจากบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน โดยสร้างเอนไซม์ cellulase (ย่อยกระดาษกรอง) , carboxymethyl cellulose , β-glucosidase , xylanase และ β-xylosidase ได้ 19.4 , 24.6 , 15.7 , 54.0 และ 2.3 หน่วยต่อกรัมวัสดุหมักแห้งตามลำดับ และ พบว่าเชื้อราสร้างเอนไซม์ควบคู่กับการเจริญ

พรเทพ (2537) ทำการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อรา *Acrophialophora* sp. ที่มีความสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุด และเมื่อศึกษาถึงภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อรา *Acrophialophora* sp. พบว่าสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุดที่ pH คือ 5 และอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

อำนวย (2537) เซลลูโลสเป็นสารอินทรีย์ที่พบได้ทั่วไปในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ชานอ้อย และต้นมันสำปะหลัง การใช้ประโยชน์โดยเปลี่ยนเป็นเอทธานอลทำได้โดยใช้กระบวนการทางกางเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งใช้เอนไซม์จากเชื้อราย่อยสลายเซลลูโลสเป็นน้ำตาลกลูโคส และหมักน้ำตาลกลูโคสเป็นเอทธานอล จากการคัดเลือกเชื้อราเพื่อผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อรา 2 ชนิด 3 สายพันธุ์ คือ *Trichoderma reesei* QM 9414 , *Trichoderma reesei* QM 6a และ *Aspergillus* sp. No 3335 พบว่า *Trichoderma reesei* QM 6a ให้ activity ของเอนไซม์สูงสุดที่อายุ 9 วัน โดยมีค่าของ endoglucanase (CMCase) เท่ากับ 3.6973 หน่วยต่อมิลลิลิตร และ cellulose filter paper activity เท่ากับ 0.8525 หน่วยต่อมิลลิลิตร

รัตนภรณ์ (2538) ทำการศึกษาเกี่ยวกับเปลือกข้าวโพดที่เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส สารประกอบเพคติน และลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก โดยในส่วนของเฮมิเซลลูโลสมีไซแลนที่เป็นโพลิเมอร์ของน้ำตาลไซโลสเป็นโครงสร้างหลัก ซึ่งสารประกอบดังกล่าวจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนช่วยในการเจริญ และกระตุ้นการสร้างเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสที่สำคัญ คือเอนไซม์ไซลาเนสและเอนไซม์เบตา-ไซโลซิเดส ในงานวิจัยนี้มีการศึกษาการผลิตเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสของเชื้อ *Bacillus* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบว่ามีคุณสมบัติในการย่อยสลายเฮมิเซลลูโลส และผลิตเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสได้สูงกว่าเอนไซม์เซลลูเลส

ชัยนาม (2540) การศึกษาเชื้อราที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้ โดยจะเก็บตัวอย่างเชื้อราบนพื้นผิวไม้และเชื้อราในอากาศ จากการศึกษาพบเชื้อรา 12 สกุล บนพื้นผิวไม้ และ 13 สกุล ในอากาศ โดยเชื้อราชนิดที่เด่นบนผิวไม้ ได้แก่ *Aspergillus* spp. (51.7 เปอร์เซ็นต์) และ *Fusarium* spp. (23.9 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเชื้อราชนิดที่เด่นในอากาศ ได้แก่ *Aspergillus* spp. (69.9 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ *Penicillium* spp. (17.2 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเชื้อราส่วนใหญ่ที่คัดแยกได้นั้นก่อให้เกิดวงใสรอบโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Carboxymethyl Cellulose Agar ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้

อภิญญา (2540) การศึกษาจุลินทรีย์ในรวงรังปลวกโดยการจำแนกชนิดซึ่งจำแนกเห็ดโคนได้ 2 ชนิด คือ *Termitomyces globules* Heim&Gosse.-Font. และ *T . heimii* Natarajan และเห็ดโคนทั้ง 2 ชนิดมีความสัมพันธ์กับปลวก *Macrotermes gilvus* Hagen. จากการแยกจุลินทรีย์ดังกล่าวจะพบเชื้อรา เชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีส

เรือนแก้ว (2541) การศึกษาเกี่ยวกับการฟอกเยื่อกระดาษด้วยวิธีทางชีวภาพ โดยเชื้อรา *Phanerocheate chrysosporium* และเชื้อรา *Ganoderma lucidum* โดยได้ศึกษาภาวะการฟอกเยื่อกระดาษในอาหาร 2 สูตร คือ PDB ที่มี 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของกลูโคส และสูตร production ที่มี 0.4 mM veratyl alcohol ซึ่ง *Phanerocheate chrysosporium* มีเอนไซม์แอคติวิตีสูง และพบว่าภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างเอนไซม์ในการฟอกเยื่อกระดาษ อยู่ที่ pH 5 และอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

ประเสริฐ (2542) การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลส โดยเชื้อราที่อาศัยอยู่กับไม้ คือ Xylariaceae สามารถย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสซึ่งเป็นองค์ประกอบในเนื้อไม้ โดยที่ลิกโนเซลลูโลส ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินเป็นองค์ประกอบหลัก ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceae 12 สายพันธุ์ ได้แก่ *Xylaria* 9 สายพันธุ์ *Hypoxylon Kretzschmaria* และ *Daldinia* อย่างละ 1 สายพันธุ์ ซึ่งพบว่าทุกสายพันธุ์เจริญได้ดีที่สุดบน PDA ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา อยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส ในการตรวจสอบเบื้องต้นบนอาหารแข็งที่มีเซลลูโลสและไซแลนเป็นสับสเตรท พบว่าทุกสายพันธุ์สามารถย่อยสลายเซลลูโลสและไซแลนได้ ส่วนเอนไซม์ที่ย่อยสลายลิกนินนั้นทำการศึกษาใน 2 สับสเตรท คือ กรดแทนนิค และสี poly R-478 พบว่ามีเพียง 3 สายพันธุ์เท่านั้นที่ไม่สามารถย่อยสลายกรดแทนนิคได้ คือ *Xylaria* sp.830 , *Xylaria* sp.875 และ *Kretzschmaria* sp.564 ในสภาวะที่ทำการศึกษา ส่วนสี poly R-478 พบว่ามีเพียง *Xylaria* sp.830 เท่านั้นที่สามารถย่อยสลายสี poly R-478 ได้ เมื่อนำไปหาประสิทธิภาพของเชื้อราในการผลิตเอนไซม์ พบว่าทั้ง 12 สายพันธุ์ให้ผล คือ ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไซแลนเนสได้ค่อนข้างต่ำ โดยพบว่า *Xylaria cubensis* 803 เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไซแลนเนสสูงสุด คือ 18.93 และ 36.98 ยูนิตต่อมิลลิลิตรในสภาวะที่ทำการทดลอง ตามลำดับ ส่วนความสามารถในการย่อยสลายสี poly R-478 ใน *Xylaria* sp.830 นั้นสามารถย่อยสลายสีได้สูงสุด

พิสุทธิ์ (2542) การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในเชื้อรา *Acrophialophora* sp. เพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตเอนไซม์ด้วย 3 วิธี คือ การใช้แสงอัลตราไวโอเลต การใช้สาย N-methyl-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N′-nitro-N-nitrosoquanidine (NTG) และการใช้แสงอัลตราไวโอเลตร่วมกับ NTG การคัดเลือกสายพันธุ์กลายขั้นพื้นฐานทำโดยการเลี้ยงบนอาหารสูตร CMC ที่มี cyclohexamide จากนั้นนำสายพันธุ์กลายที่ให้ความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูงสุด ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสในอาหารเหลวสูตร production เปรียบเทียบกับเชื้อรา *Acrophialophora* sp. สายพันธุ์ดั้งเดิม และ *Trichoderma reesei* QM9414 ซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส พบว่าสายพันธุ์ UV10-14 ให้ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์เอกโซกลูคาเนสสูงกว่า *Acrophialophora* sp. สายพันธุ์เดิมเป็น 2 เท่า และสูงกว่า *Trichoderma reesei* QM9414 ซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็น 4 เท่า

สุวิชา (2542) การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อราที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเชื้อราในดิน คือ *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลส พบว่า *Aspergillus flavus* , *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus* และ *Penicillium purpurogenum* มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส โดยมี *Aspergillus niger* มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงสุด และเมื่อนำมาศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้ระบบแบบแผนไอโซไซม์ พบความแตกต่างระหว่างเชื้อ 3 ไอโซเลต นอกจากนี้พบเชื้อรา *Aspergillus* sp. RFD01 ที่มีลักษณะคล้าย *Aspergillus niger* แต่มีลักษณะบางประการไม่สอดคล้องกับที่เคยมีรายงาน

Crosland และคณะ (1996) ทำการตรวจสอบการเจริญเติบโตของเชื้อราภายในลำไส้ปลวก *Macrotermes barneyi* พบว่ามีเอนไซม์ 12 ชนิด ที่เกิดจากเชื้อราที่อยู่ภายในลำไส้ปลวก ซึ่ง 7 ชนิดเป็นเอนไซม์ที่มีส่วนประกอบในการย่อยแป้ง และอีก 5 ชนิดเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งเมื่อนำเอนไซม์ทั้ง 12 ชนิดมาทดสอบปรากฏว่าเอนไซม์เหล่านี้มีประสิทธิภาพในการย่อยแป้งและเซลลูโลสอย่างชัดเจน

Schafer และคณะ (1996) ปลวกมีบทบาทสำคัญในการตรึงคาร์บอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ปลวกมีความสามารถในการย่อยสลายไม้ที่มีเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบได้ดีโดยความช่วยเหลือของจุลินทรีย์ภายในลำไส้ปลวก ซึ่งจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ คือ แบคทีเรียและยีสต์ แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Streptomyces* และกลุ่ม Actinobacteria ขณะที่แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Ochrobactrum* และแบคทีเรียในแฟมมิลี Enterobacteriaceae ซึ่งทั้งหมดนี้มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส

Kvesitadze และคณะ (1999) การรวบรวมเชื้อรา 4000 ชนิด ที่แยกจากเขต Caucasus ทางใต้ที่มีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันระหว่างปี 1967-1989 เกือบทั้งหมดของเชื้อราที่รวบรวมมาแสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส เชื้อ *Penicillium canescens*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อถูกนำมาเปรียบเทียบกับเชื้อราตัวอื่นมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้น้อย ส่วนเชื้อราตัวอื่นสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้อย่างมีนัยสำคัญ มีเชื้อรา 2-3 ชนิด ที่มีกิจกรรมของเอนไซม์ไซลาเนสสูง แต่ไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส และในบรรดาเชื้อราทั้ง 4000 ชนิดนี้ มี 56 ชนิด ที่พบการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสสูงสุด ส่วนเชื้อ *Allescheria terrestris* ที่เจริญเติบโตในที่ที่มีอุณหภูมิสูงจะมีการสร้างเอนไซม์เอนโดกลูคาเนสและเอนไซม์เอนโดไซลาเนส

Wyk (1999) การใช้เอนไซม์เซลลูเลสที่ผลิตได้จากเชื้อ *Penicillium funiculosum* และเชื้อ *Trichoderma reesei* กับกระดาษเหลือใช้ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพของส่วนประกอบของเซลลูโลส ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายเซลลูโลสได้สูงสุดเมื่อใช้เอนไซม์เซลลูเลสที่ได้จากเชื้อ *Trichoderma reesei*

Hyodo (2000) ทำการศึกษาบทบาทของเชื้อราที่อยู่ร่วมกันโดยการพึ่งพาอาศัยกัน ในปลวก *Macrotermes gilvus* ที่มีการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับ fungus comb ถึงอายุที่แตกต่างกันของการเจริญเติบโตของภายในรังปลวก ซึ่งในเชื้อ fungus comb ที่มีอายุน้อยจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายลิกนินได้อย่างรวดเร็ว ส่วน fungus comb ที่แก่แล้วหรือที่อยู่ในรังปลวกเก่าจะสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้สูงกว่าปกติถึง 3 เท่า

Yun (2001) เชื้อ *Trichoderma harzianum* C-4 มีกิจกรรมของเซลลูโลไลติกเกิดขึ้นอย่างมาก มี beta-Glucosidase เข้ามาเกี่ยวข้องกับการแยกเซลลูโลสในขั้นตอนสุดท้าย โดยย่อยเซลโลไบออสให้เป็นกลูโคส และมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส ซึ่งร่วมกันระหว่างเอนโดกลูคาเนส และเซลลูโลไบโอเซลลูเลส สำหรับย่อยเซลลูโลส beta-Glucosidase ที่ทำให้บริสุทธิ์จะเป็นเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพสูง

Kim (2002) เชื้อรา *Trametes versicolor* มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส และลิกนิน มีรายงานหลายชิ้นเกี่ยวกับการโคลนนิงเชื้อรา *Trametes versicolor* ซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายลิกนิน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางพันธุกรรมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ของเชื้อรา *Trametes versicolor* ซึ่งส่งเสริมคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส และลิกนิน

Kimura (2002) การค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium expansum* ในขณะที่สปอร์งอกจะพบกิจกรรมของเอนไซม์ไซลาเนส และเพคติเนส แต่ไม่พบเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลส ระดับของเอนไซม์ไซลาเนส และเพคติเนสถูกเพิ่มขึ้นอย่างมากโดยไซแลน และเพคติน ตามปริมาณของคาร์บอนใน basal medium ส่วนในที่ที่ปราศจากคาร์บอนจะไม่พบการงอกของสปอร์

Singh (2002) การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้ฟางข้าวสาลีทดสอบความสามารถในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาผสมกัน และคลุกในฟางข้าวเพื่อทำปุ๋ยผสม ผลของการรวมตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันของเชื้อจุลินทรีย์จะทำให้เกิดการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสิก ซึ่งฟางข้าวสาลีถูกย่อยสลายภายใน 40 วัน โดยเชื้อ *Pleurotus sajor-caju*, *Trichoderma harzianum*, *Aspergillus niger* และ *Azotobacter chroococcum* การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีแสดงให้เห็นการลดลงของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งปุ๋ยที่มีคุณภาพในการย่อยสลาย คือ การนำเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ตัว มาใช้รวมกัน ผลบ่งชี้ให้เห็นว่าเกิดการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสิกได้

Villas (2002) เอนไซม์ลิกโนเซลลูโลไลติกไม่เคยถูกค้นพบในเชื้อ *Candida utilis* หลังจากมีการเลี้ยงเชื้อ *Candida utilis* ใน apple pomace ทำให้มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส เพคติน และลิกนิน ซึ่งได้มีการตรวจพบการผลิตเอนไซม์ลิกโนเซลลูโลไลติกและเพคติเนสของเชื้อ *Candida utilis* เป็นเอนไซม์ที่มีกิจกรรมสูง แต่ค้นพบเอนไซม์เซลลูเลสและไซลาเนสในปริมาณต่ำ ดังนั้นเชื้อ *Candida utilis* จึงมีความสามารถในการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสได้สูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแยกเชื้อจุลินทรีย์ภายในตัวปลวก

1.1 เชื้อรา

ทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์โดยนำปลวกที่ยังมีชีวิตอยู่ไปวางบนน้ำแข็งเพื่อให้ปลวกสลบ หรือตาย จากนั้นทำความสะอาดตัวปลวกบริเวณพื้นผิว (Surface disinfectant) ด้วย clorox 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นนำ forceps จับบริเวณตัวของปลวกเอาไว้ แล้วใช้ forceps อีก 1 อัน คีบเอาไส้ของปลวกออกมาจากบริเวณส่วนท้อง แล้วนำไส้ปลวกมาวางบนอาหาร WA (Water Agar) บ่มเชื้อโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อเชื้อเจริญแล้วนำมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (Pure culture) จากนั้นนำเชื้อราที่แยกได้บริสุทธิ์แล้วมาทำการ Identify และถ่ายรูปเชื้อรา

1.2 เชื้อแบคทีเรีย

นำปลวกที่ทำให้สลบ หรือ ตาย มาทำความสะอาดบริเวณพื้นผิว (Surface disinfectant) ด้วย clorox 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วินาที จากนั้นนำ forceps จับบริเวณตัวของปลวกเอาไว้ แล้วใช้ forceps อีก 1 อัน คีบเอาไส้ของปลวกออกมาจากบริเวณส่วนท้อง แล้วนำไส้ปลวกใส่ลงไปในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ (SDW) ให้เป็น suspension จากนั้นใช้ loop ที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะ suspension นำมา cross streak ลงบนอาหาร PDPA (Potato Dextrose Peptone Agar) บ่มเชื้อโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เวลา 1-2 วัน เมื่อเชื้อเจริญแล้วนำ single colony มาทำการ single streak บนอาหาร PDPA เพื่อแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ (Pure culture) จากนั้นนำเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้บริสุทธิ์แล้วมาทำการย้อม Gram และ Identify และถ่ายรูปเชื้อแบคทีเรีย

2. การทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และ อะไมโลส

2.1 การทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้บริสุทธิ์แล้ว มาทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PYG (Peptone Yeast extract Glucose Agar) ซึ่งอาหารชนิดนี้จะให้ทั้งกรดอะมิโน คาร์บอน และวิตามิน ตามลำดับ โดยนำเชื้อจุลินทรีย์เลี้ยงบน PYG บ่มเชื้อโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อเชื้อจุลินทรีย์เจริญแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส (Cellulose) โดยเตรียมอาหาร cellulose azure agar ซึ่งเตรียมจาก CBM (Cellulolysis Basal Medium) นำมาผสมกับ agar 1.8 เปอร์เซ็นต์ W/V เทอาหารใส่ขวดแก้วขนาด 30 มิลลิลิตร ปริมาณ 15 มิลลิลิตร อบฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อความดัน อบที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง และเททับด้วยอาหาร CBM ที่ผสมกับ cellulose azure (Azure I dye,C.I.52010) 1 เปอร์เซ็นต์ W/V และ agar 1.8 เปอร์เซ็นต์ W/V ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้เป็น BI-layered medium จากนั้นแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงบนอาหาร PYG มาวางบนอาหาร cellulose azure agar บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน สังเกตการเคลื่อนที่ของสีลงไปในอาหารชั้นล่าง

2.2 การทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้บริสุทธิ์แล้ว มาทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PYG (Peptone Yeast extract Glucose Agar) โดยนำเชื้อจุลินทรีย์เลี้ยงบน PYG บ่มเชื้อโดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อเชื้อเจริญแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน (Lignin) โดยเตรียมอาหาร CMA (Corn Meal Agar) อบฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อความดัน อบที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เทอาหารลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง จากนั้นแยกเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PYG โดยใช้ cork borrer เจาะเป็นชิ้นมาวางบนอาหาร CMA ส่วนเชื้อแบคทีเรียใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายแหลมเขี่ยเชื้อมาเล็กน้อย นำมาแตะลงบนอาหาร บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5-10 วัน รอให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้ cock borrer เจาะเป็นหลุม 4 หลุมบริเวณรอบโคโลนี หยดด้วย 1 เปอร์เซ็นต์ W/V ของสารละลายกรด pyrogallic 1 หยด และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ W/V ของ hydrogen peroxide 1 หยด ลงในแต่ละหลุม สังเกตการสร้างเอนไซม์โดยจะปรากฏสีเหลืองทองจนถึงสีน้ำตาลเข้มบริเวณรอบหลุม

2.3 การทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้บริสุทธิ์แล้ว มาทดสอบโดยเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA (Potato Dextrose Agar) โดยนำเชื้อจุลินทรีย์เลี้ยงบน PDA บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อเชื้อเจริญแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส โดยเตรียมอาหาร starch agar อบฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อความดัน อบที่ความดัน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เทอาหารลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง จากนั้นแยกเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA โดยใช้ cork borrer เจาะเป็นชิ้นมาวางบนอาหาร starch agar ส่วนเชื้อแบคทีเรียใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายแหลมเขี่ยเชื้อมาเล็กน้อย นำมาแตะลงบนอาหาร บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 วัน เมื่อเชื้อจุลินทรีย์เจริญแล้วนำมาทดสอบโดยหยดสารละลายไอโอดีนลงไป บริเวณที่มีการย่อยสลายอะไมโลสจะไม่เกิดปฏิกิริยาขึ้นกับสารละลายไอโอดีน ซึ่งจะปรากฏเป็น clear zone ที่เป็นสีของสารละลายไอโอดีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การแยกเชื้อจุลินทรีย์ภายในตัวปลวก

จากการแยกเชื้อจุลินทรีย์ภายในตัวปลวก (ภาพที่ 1) ปรากฏว่าสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ 13 ชนิด คือ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 (ภาพที่ 2-27) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาพที่ 1 แสดงปลวกที่ใช้ในการแยกเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสี carbon black ลักษณะเป็นผงฟุ้งกระจาย เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 7 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6.0-8.0 เซนติเมตร Conidiophores เป็นก้านยาวชูขึ้นมา มีผนังหนาสีน้ำตาล บางครั้งจะมีการแตกของ foot cells มีความยาวประมาณ 1.5-3.0 มิลลิเมตร Conidia มีรูปร่างแบบ globose เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0-5.0 ไมโครเมตร

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

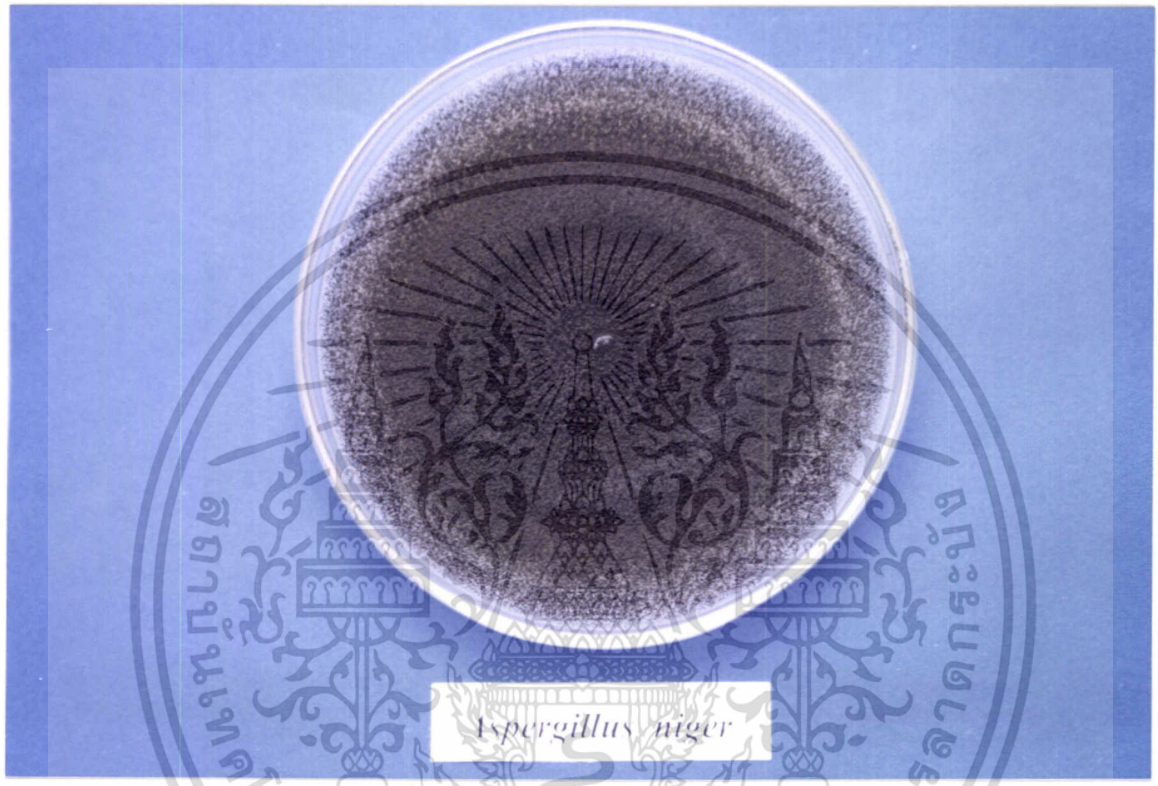
Order Moniliales

Family Moniliaceae

Genus *Aspergillus*

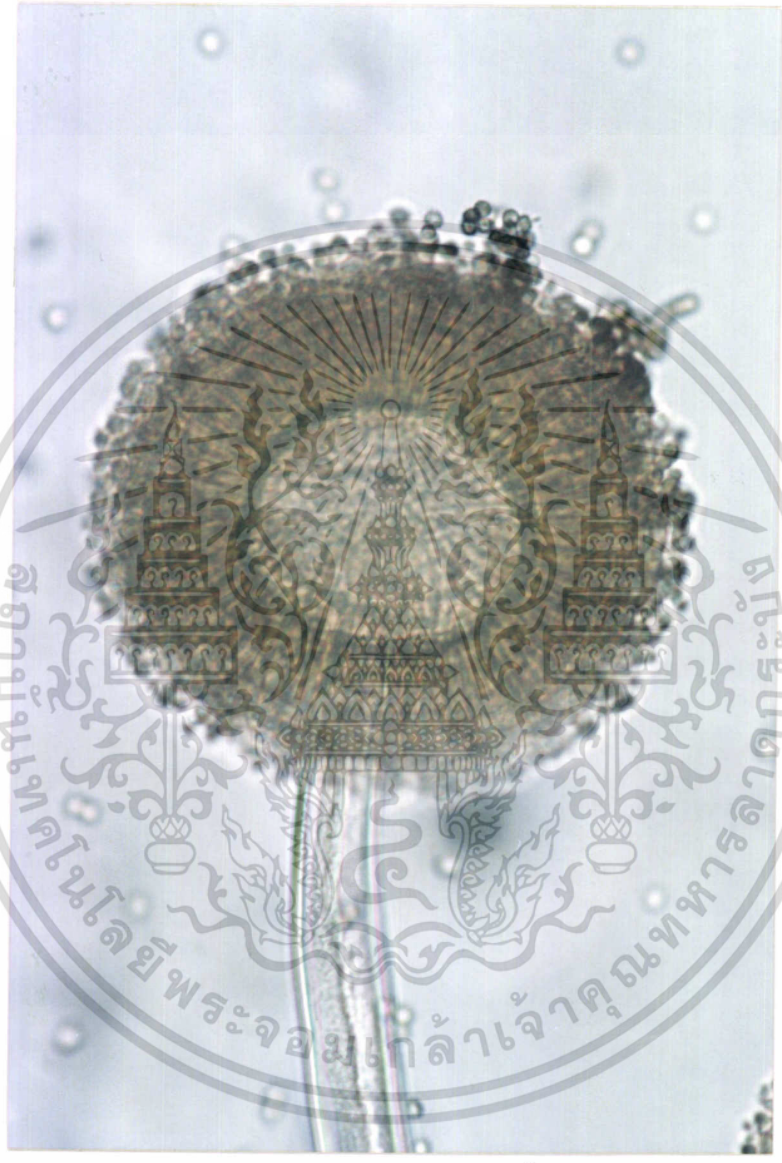
Species *niger*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ Aspergillus *oryzae* Tm02

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสี yellow-green หรือ brownish-green เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 7 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6.0-8.0 เซนติเมตร Conidiophores มีผนังขรุขระสีใส มีความยาวประมาณ 0.4-1.0 มิลลิเมตร Conidia มีรูปร่างแบบ globose-subglobose เส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5-4.5 ไมโครเมตร

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

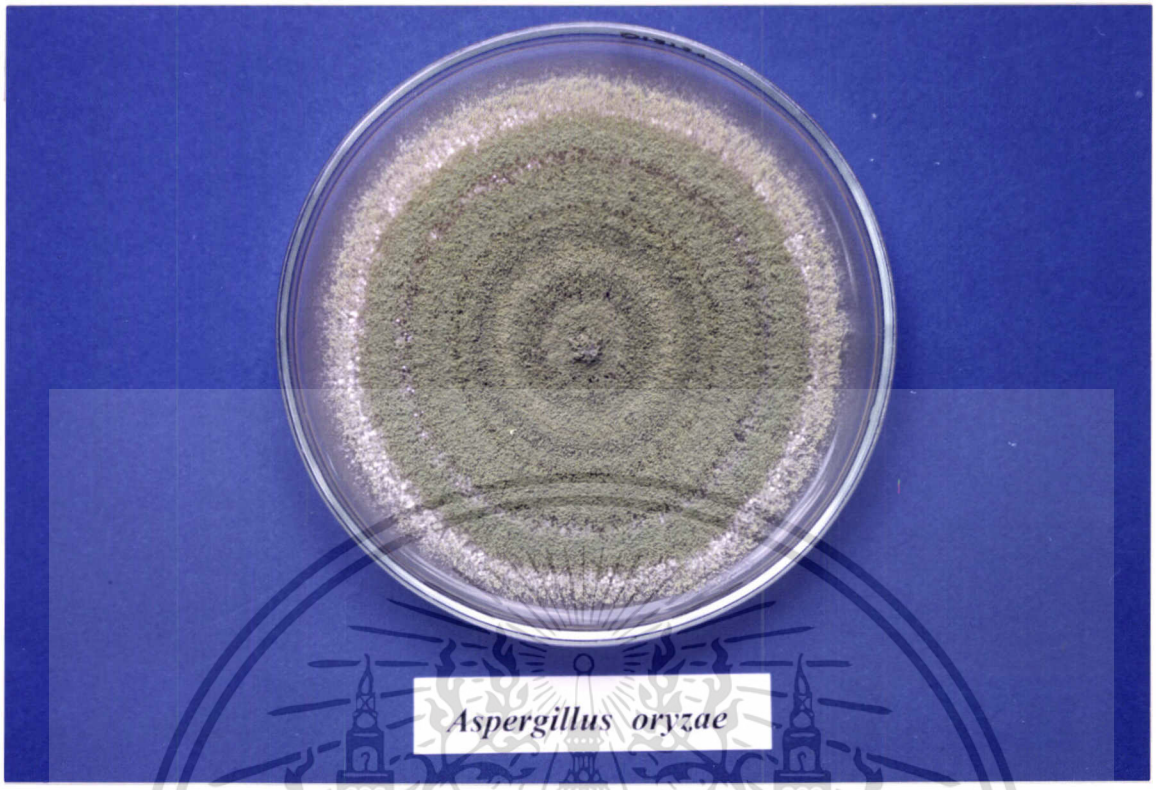
Order Moniliales

Family Moniliaceae

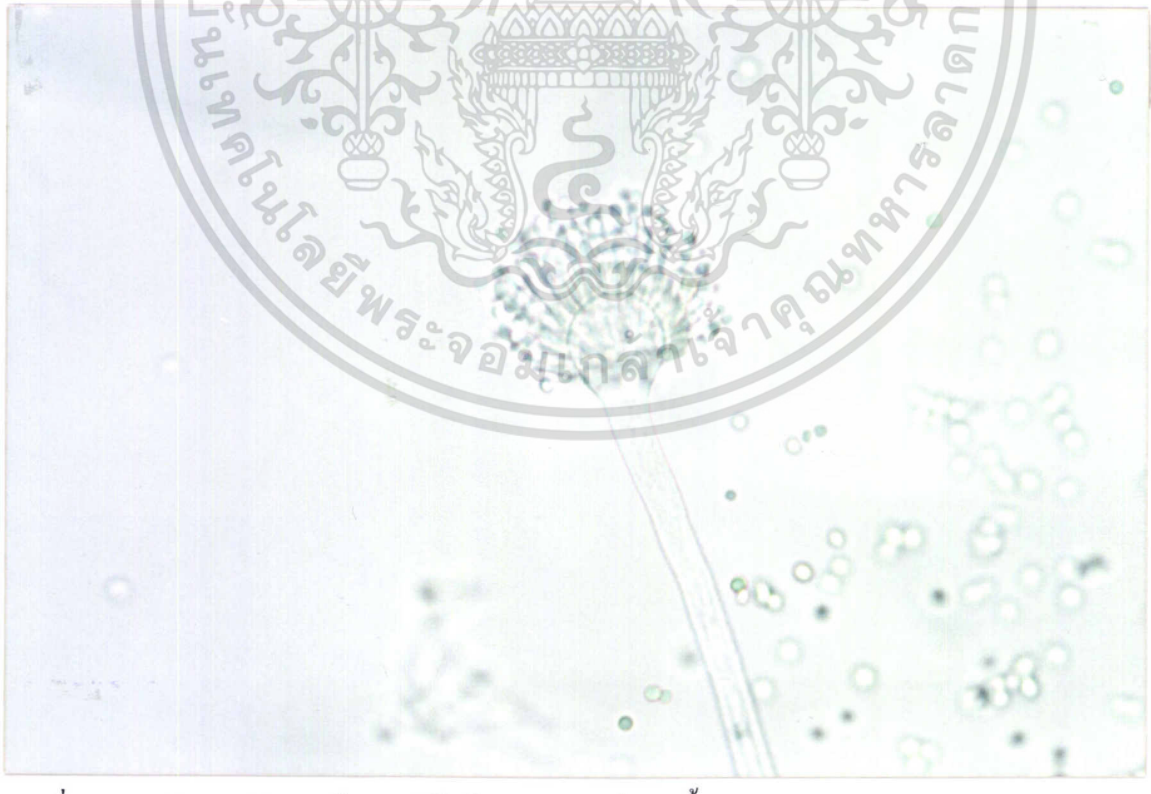
Genus *Aspergillus*

Species *oryzae*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสี cinnamon จนถึง orange-brown มีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ (Velvety) เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 7 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5.0-7.0 เซนติเมตร Conidiophores มีผนังเรียบสีใส มีความยาวประมาณ 100-150 ไมโครเมตร Conidia มีรูปร่างแบบ globose-slightly ellipsoidal เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8-2.4 ไมโครเมตร

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

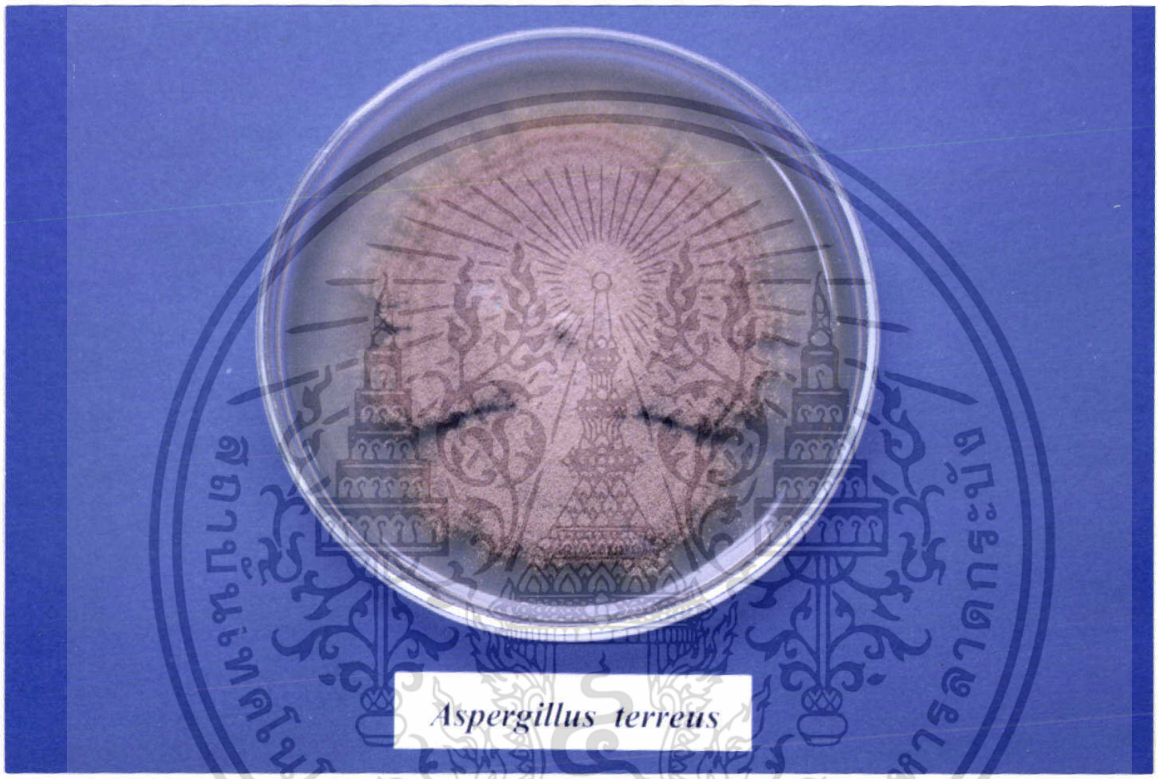
Order Moniliales

Family Moniliaceae

Genus *Aspergillus*

Species *terreus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18972

ภาพที่ 7 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03(40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

รายละเอียดของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA ในระยะแรกเส้นใยมีสีขาว หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนเทา และมีลักษณะเป็นฝุ่นแป้ง มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 3 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8.5-9.0 เซนติเมตร ซึ่งมีการพัฒนา sporangiole ส่วน Sporangiophores กว้าง 20 ไมโครเมตร การแตกของ Sporangiophores มี 2 แบบ คือ verticillate หรือ solitary branches และ vesicle มีรูปร่างแบบ subglobose-pyriform ขนาดกว้าง 10-30 ไมโครเมตร ยาว 40 ไมโครเมตร sporangiole มีรูปร่างแบบ globose มีสีใส

Division Eumycota

Sub-division Zygomycotina

Class Zygomycetes

Order Mucorales

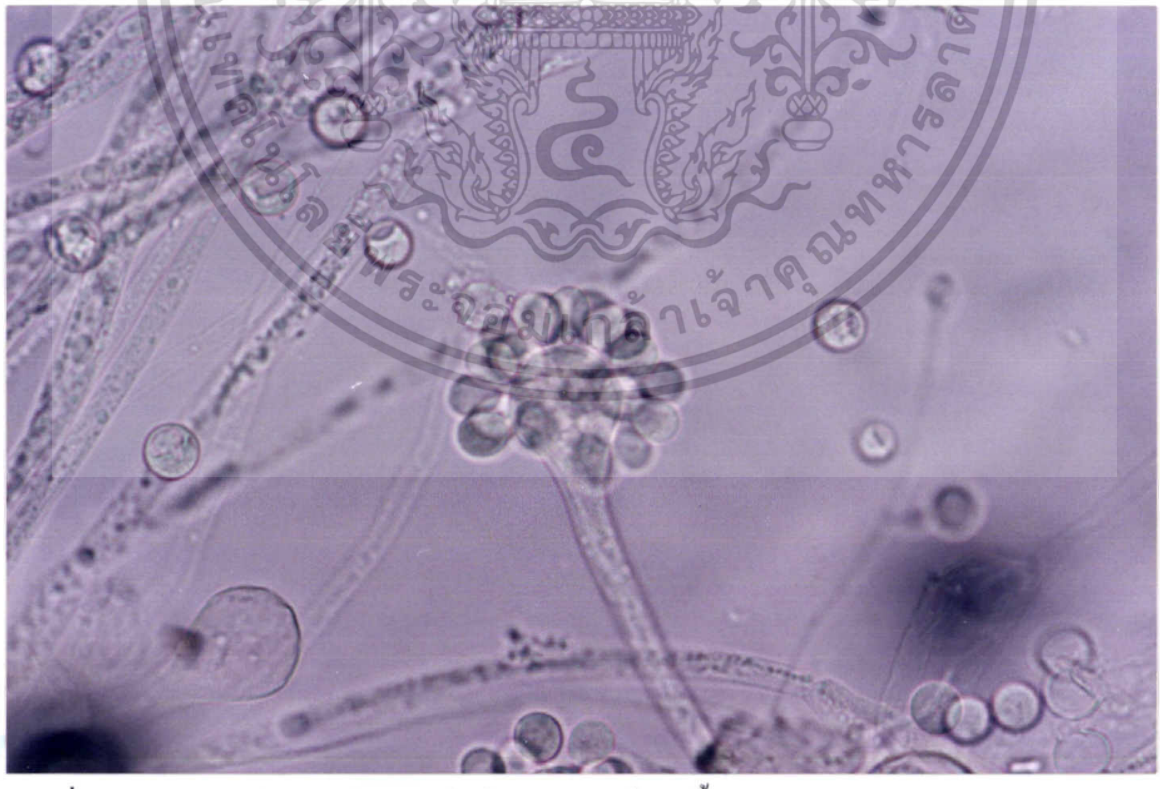
Family Cunninghamellaceae

Genus *Cunninghamella*

Species *elegans*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ (Velvety) สีขาว มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้ามาก เมื่ออายุ 7 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร Conidiophores เจริญจากเส้นใยเป็นก้านเดี่ยวๆ เจริญไม่เป็นระเบียบ ผนังเรียบ มีสีใส Phialides ปล่อย Phialospores ขนาดเล็กต่อกัน หลังจากนั้นส่วนปลายจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีลักษณะเป็นแบบ subglobose สีใส

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

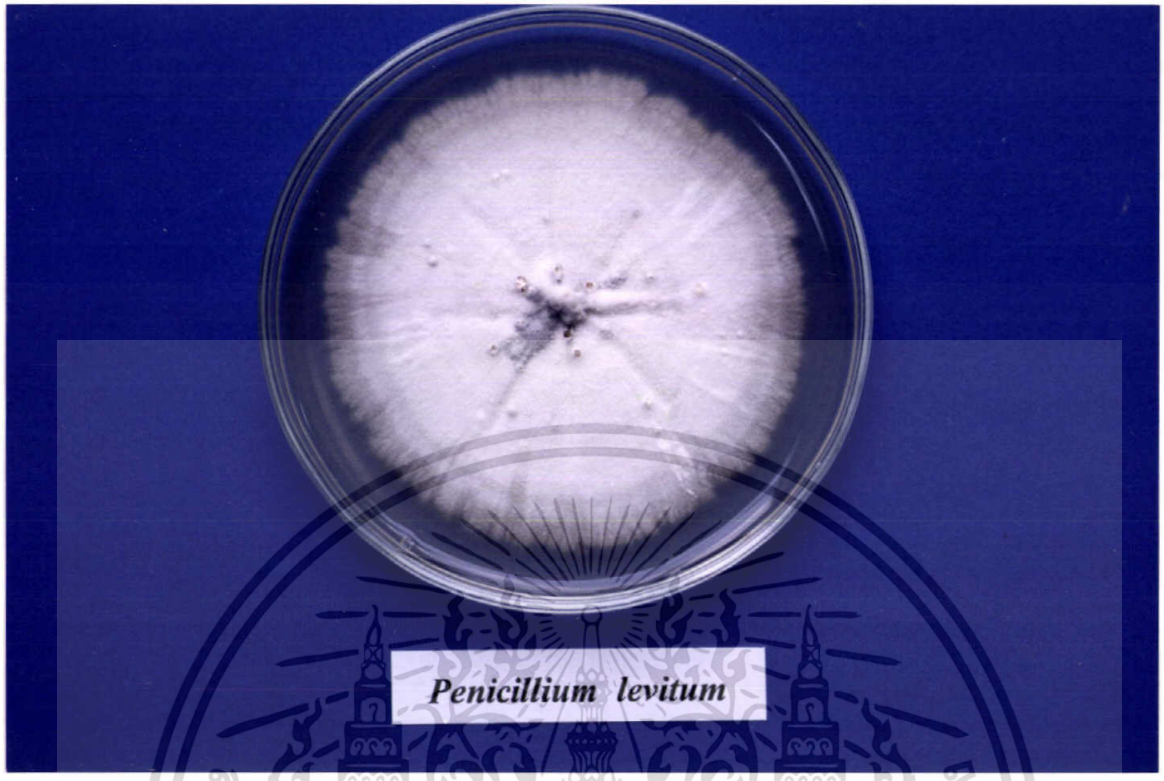
Order Moniliales

Family Moniliaceae

Genus *Penicillium*

Species *levitum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05 บนอาหาร PDA อายุ 21 วัน

ภาพที่ 11 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสีเขียวเข้ม บริเวณรอบๆโคโลนีมีสีขาว มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า เมื่ออายุ 7 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยประมาณ 3.5-4.5 เซนติเมตร Phialophores โดยทั่วไปแตกเป็น 2 กิ่ง Phialides เป็นแบบ cylindrical มีลักษณะเรียวยาวไปยังบริเวณปลาย Phialospores มีลักษณะเป็นเงา รูปร่างเป็นแบบ ellipsoidal ค่อนข้างยาว ผนังเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5-6.5x3.0-4.0 ไมโครเมตร

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

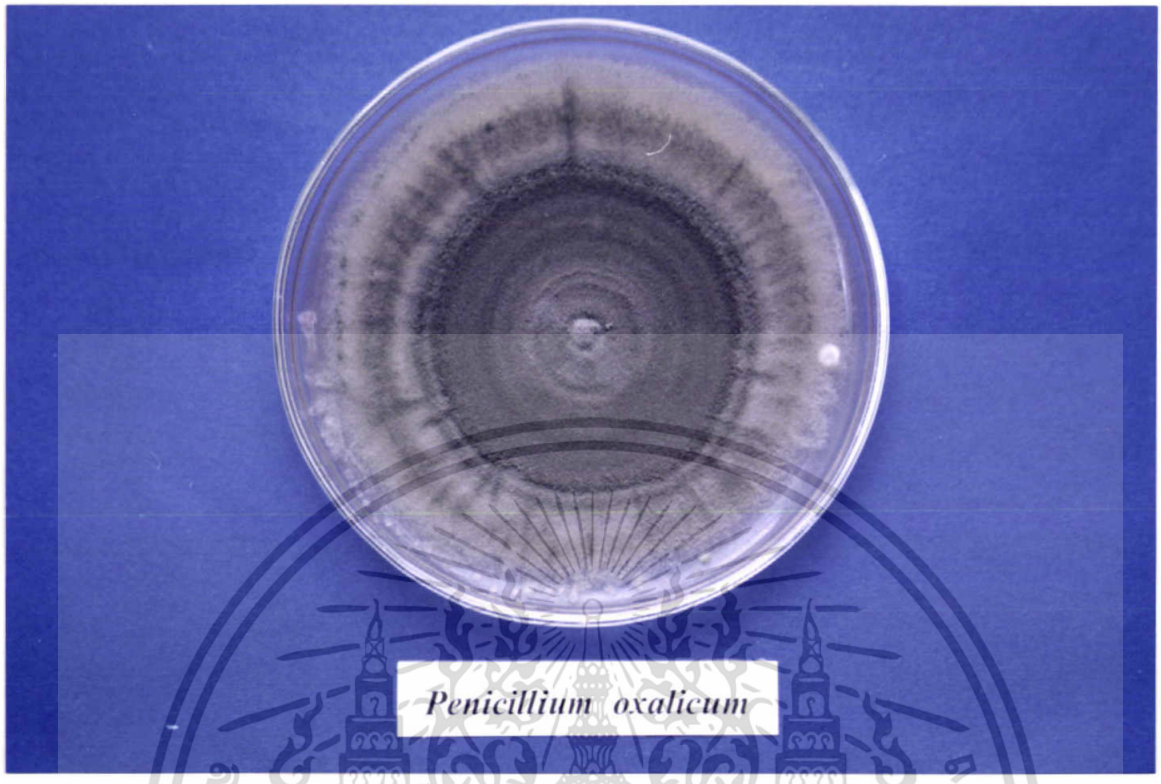
Order Moniliales

Family Moniliaceae

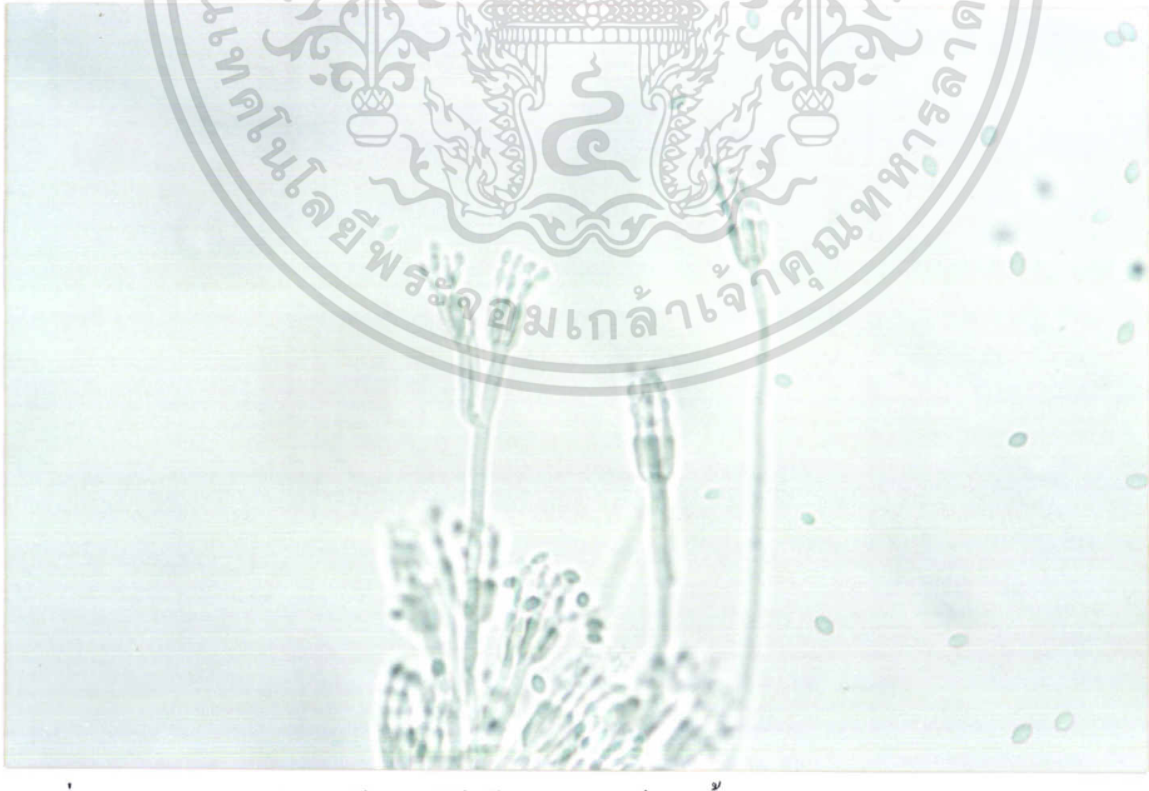
Genus *Penicillium*

Species *oxalicum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน



ภาพที่ 13 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Penicillium steckiii* Tm07

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสีเทาเข้ม มีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ (Velvety) มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้ามาก เมื่ออายุ 14 วัน จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร Phialophores เกิดขึ้นมาจาก basal felt Conidia มีรูปร่างแบบ globose หรือ subglobose ผนังเรียบ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0-2.5 ไมโครเมตร

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Deuteromycetes

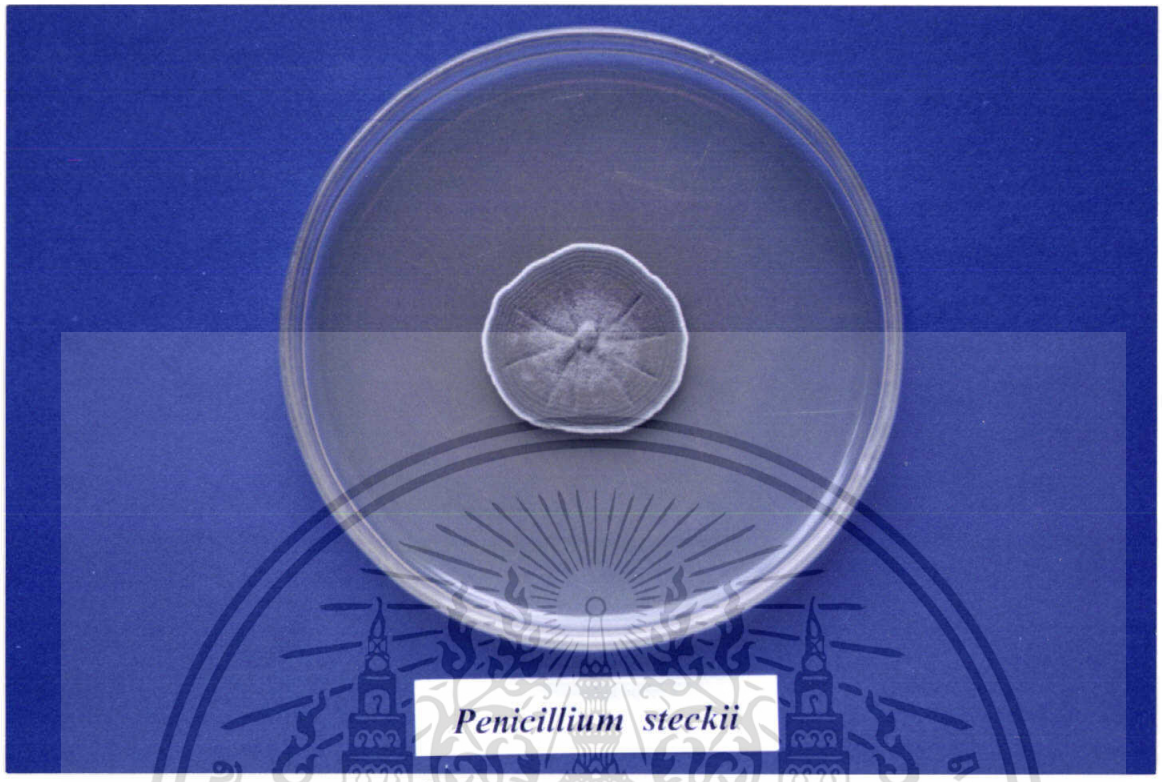
Order Moniliales

Family Moniliaceae

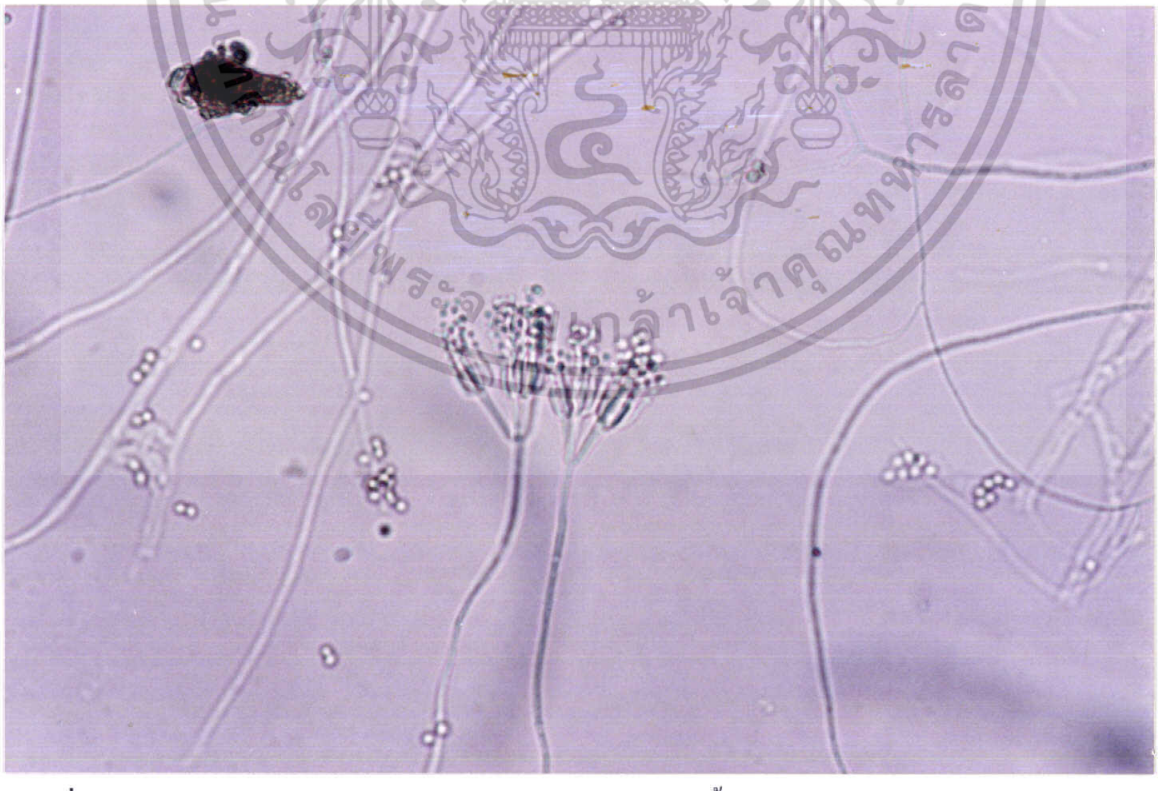
Genus *Penicillium*

Species *steckii*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07 บนอาหาร PDA อายุ 28 วัน



ภาพที่ 15 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07(40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีการเจริญเป็นวงมีสีน้ำตาลเข้มปนเทา บริเวณรอบโคโลนีมีสีเหลือง อัตราการเจริญเติบโตช้ามาก เมื่ออายุ 14 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.5 เซนติเมตร pycnidium มีสีเหลืองอมน้ำตาล รูปร่างเป็นแบบ globose มี ostiole ผนัง pycnidium เป็น pseudoparenchyma เมื่อสปอร์แก่จะปล่อยทาง ostiole โดยรวมเป็นกลุ่มลักษณะ gelatinous matrix

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Coelomycetes

Order Sphaeropsidales

Family -

Genus *Phoma*

Species spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08 บนอาหาร PDA อายุ 28 วัน

ภาพที่ 17 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08

a : ลักษณะ pycnedium ที่กำลังขยาย 10x b : ลักษณะ pycnedium ที่กำลังขยาย 40x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีการเจริญซ้อนกันเป็นวงหลายๆ วง มีสีเขียวเข้ม มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 3 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5-9.0 เซนติเมตร ลักษณะ phialophores มีสีใสและมีผนังกั้นหนาประมาณ 2.5-5.0 ไมโครเมตร ส่วน phialides กำเนิดมาจาก phialophores มีรูปร่างเรียว ยาวประมาณ 7.0-8.0 ไมโครเมตร จำนวน 3-4 phialides ลักษณะ phialospores มีรูปร่างแบบ globose

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Hyphomycetes

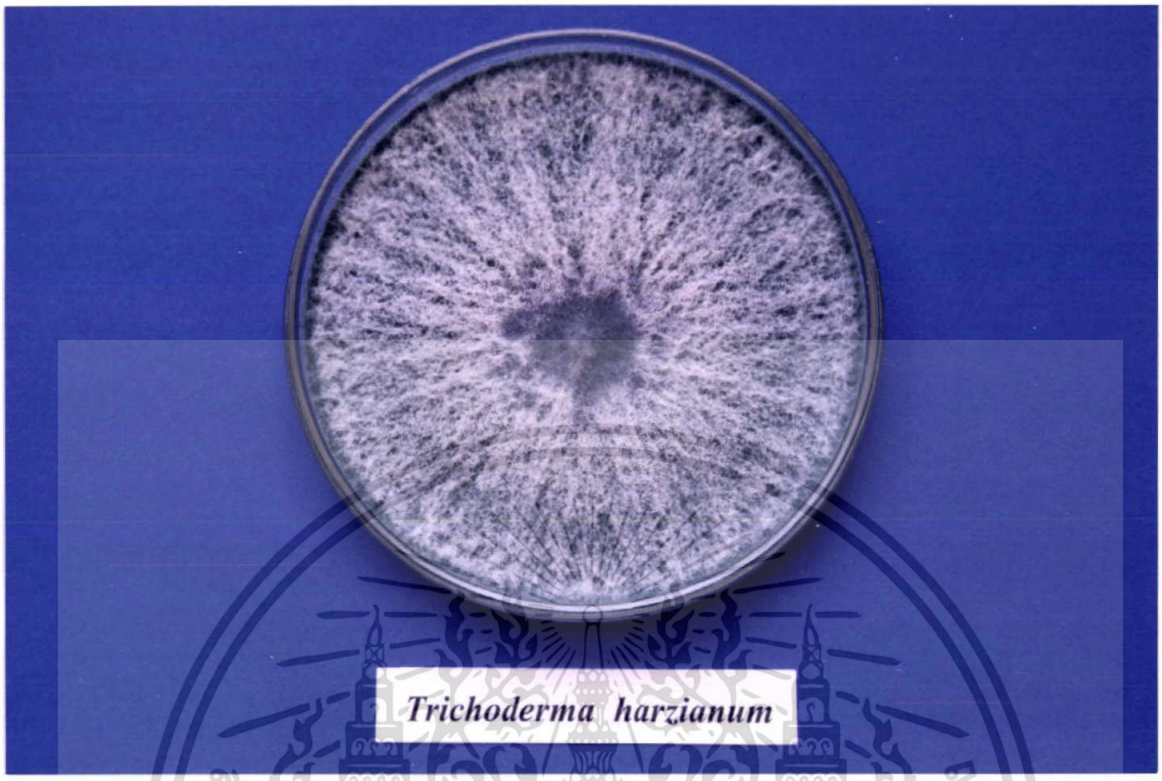
Order Moniliales

Family Moniliaceae

Genus *Trichoderma*

Species *harzianum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน

ภาพที่ 19 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีเจริญกระจายทั่วบนอาหาร มีสีเขียวอ่อนไปจนถึงเขียวเข้ม มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุ 3 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5-9.0 เซนติเมตร ลักษณะ phialophores มีสีใส ส่วน phialides กำเนิดมาจาก phialophores มีรูปร่างเรียว เกิดรวมกันเป็นกลุ่ม ลักษณะ phialospores มีรูปร่างแบบ globose

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Hyphomycetes

Order Moniliales

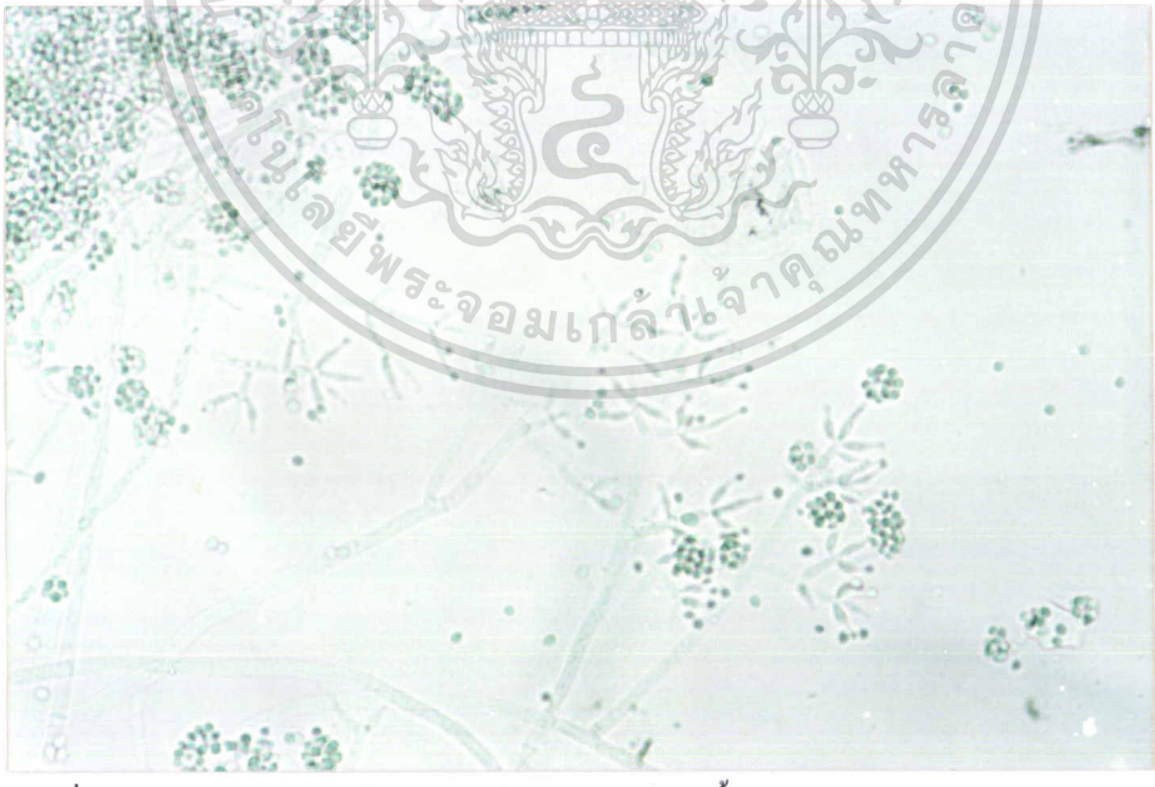
Family Moniliaceae

Genus *Trichoderma*

Species *viride*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10 บนอาหาร PDA อายุ 5 วัน



ภาพที่ 21 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA โคโลนีมีสี ochre-yellow เมื่ออายุ 7 วัน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0-9.0 เซนติเมตร Phialides มีขนาดเล็กเรียวยาวไปยังบริเวณปลายมีความยาวประมาณ 22-26 ไมโครเมตร phialospores มีลักษณะ ellipsoidal ต่อกันเป็นเส้นยาว

Division Eumycota

Sub-division Deuteromycotina

Class Hyphomycetes

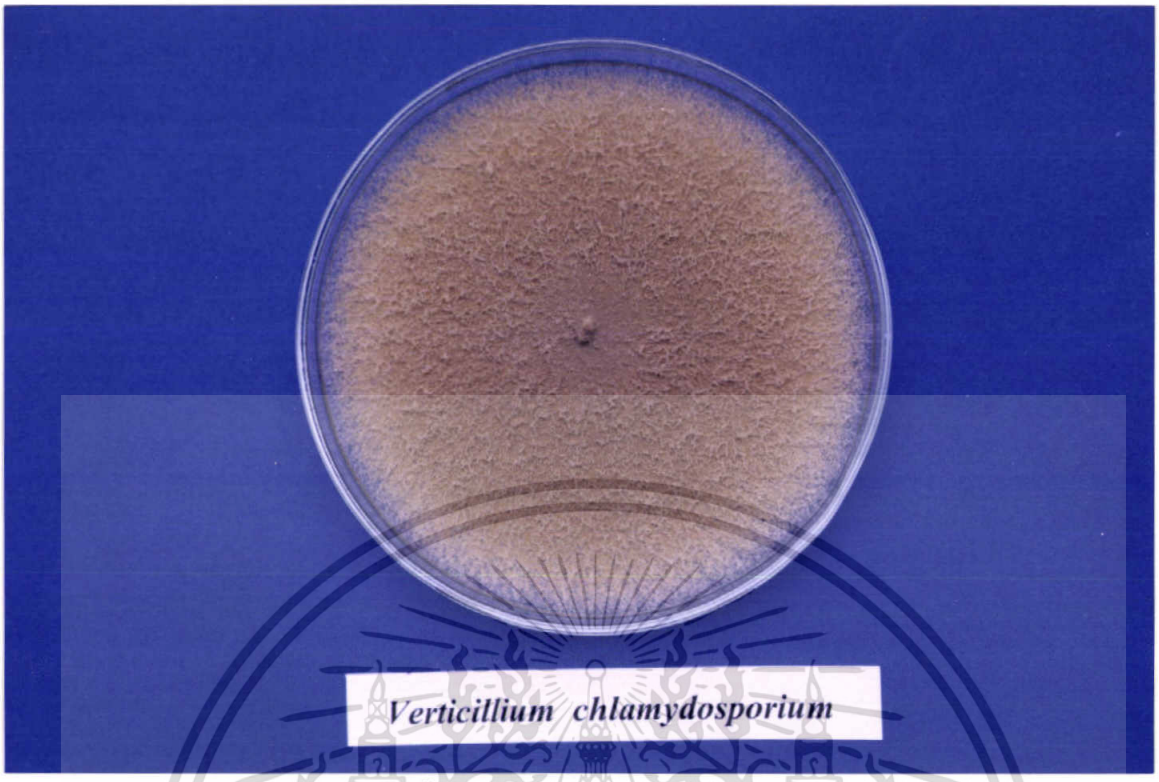
Order Moniliales

Family Moniliaceae

Genus *Verticillium*

Species *chlamydosporium*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 บนอาหาร PDA อายุ 7 วัน

ภาพที่ 23 แสดงลักษณะโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 (40x)

a : แสดงลักษณะเส้นใย b : แสดงลักษณะ chlamydospore

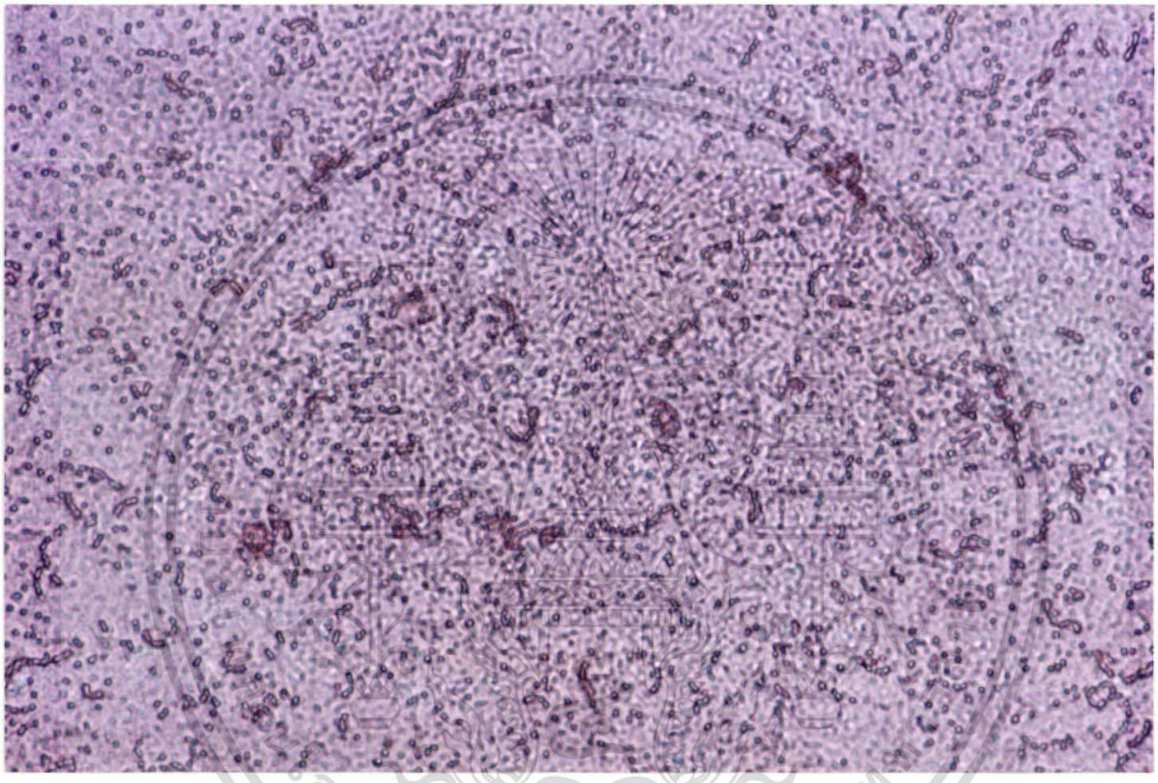
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเชื้อ Bacteria Tm12

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDPA โคโลนีมีสีขาวขุ่น ลักษณะเป็นมัน โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีรูปร่างกลมค่อนข้างเล็ก กลุ่มของเซลล์จะกระจัดกระจาย เป็นแบคทีเรียแกรมลบ

ภาพที่ 24 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ Bacteria Tm12 บนอาหาร PDPA อายุ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

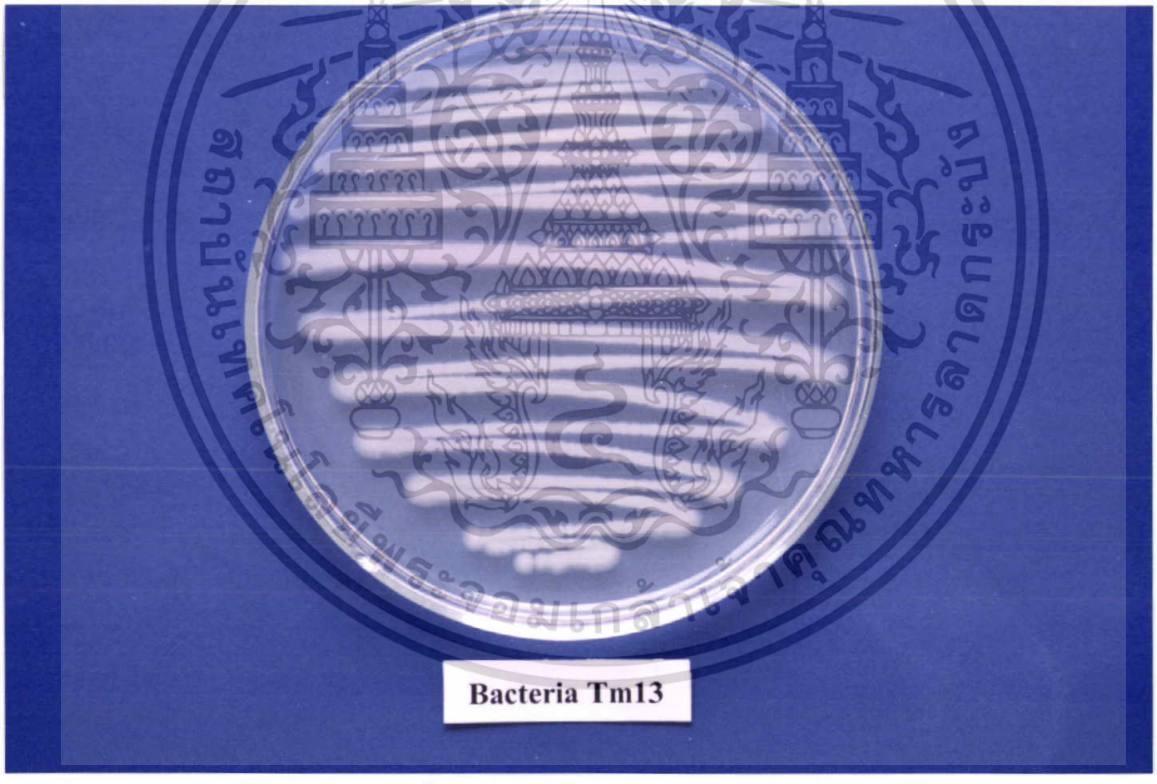


ภาพที่ 25 แสดงลักษณะรูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ Bacteria Tm12 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

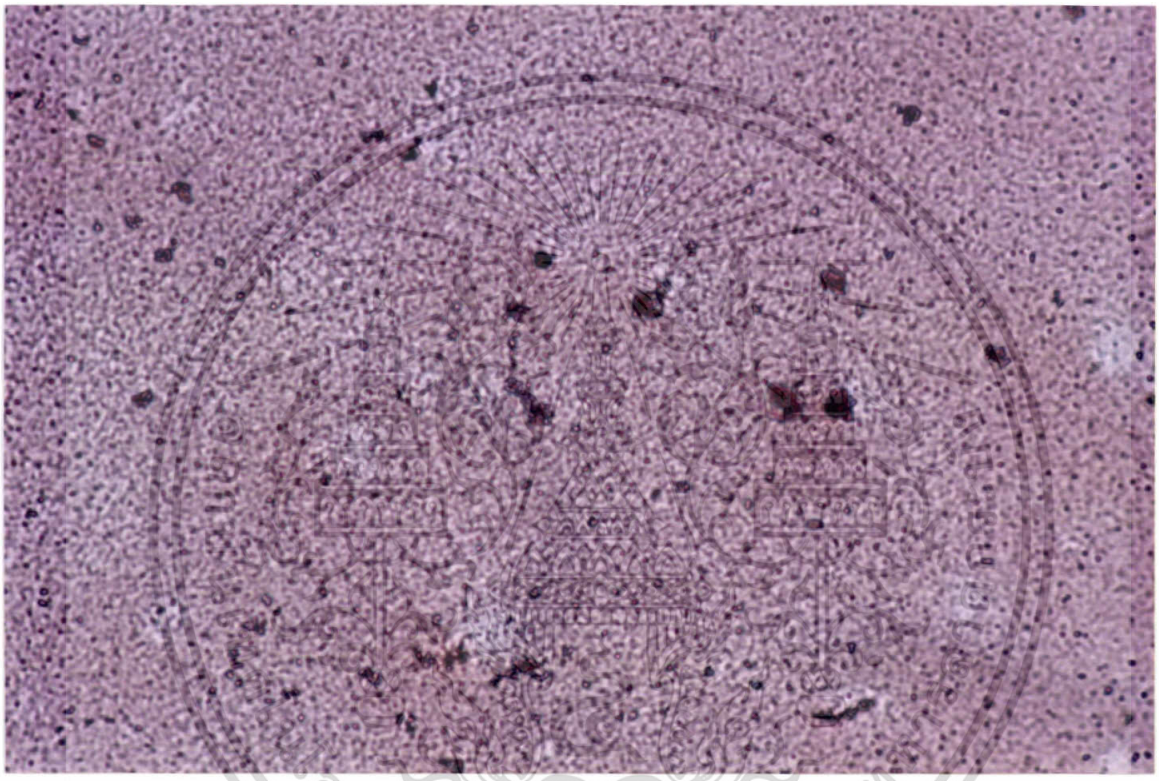
รายละเอียดของเชื้อ Bacteria Tm13

ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDPA โคโลนีมีสีขาวหรือขาวอมเหลือง ลักษณะค่อนข้างด้านโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีรูปร่างกลมค่อนข้างเล็ก กลุ่มของเซลล์จะกระจัดกระจาย เป็นแบคทีเรียแกรมลบ



ภาพที่ 26 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ Bacteria Tm13 บนอาหาร PDPA อายุ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 แสดงลักษณะรูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อ Bacteria Tm13 (40x)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส

จากการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่ *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ยกเว้น *Aspergillus niger* Tm01 และ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 (ภาพที่ 28-40) ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08 และ *Trichoderma harzianum* Tm09 ยกเว้น *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 (ภาพที่41-53) ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการสร้างเอนไซม์อะไมเลส ซึ่งมีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryza* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11 และ Bacteria Tm12 ยกเว้น Bacteria Tm13 (ภาพที่ 54-66) ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 28 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01

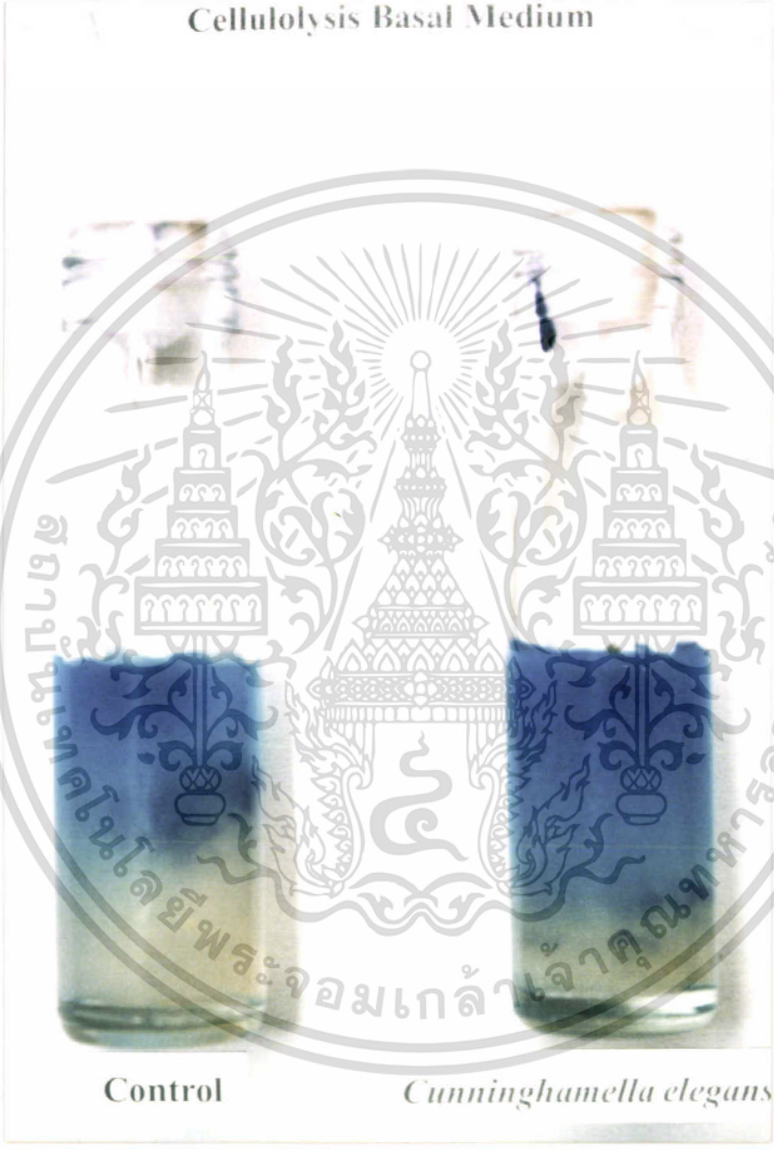
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 30 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 31 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05

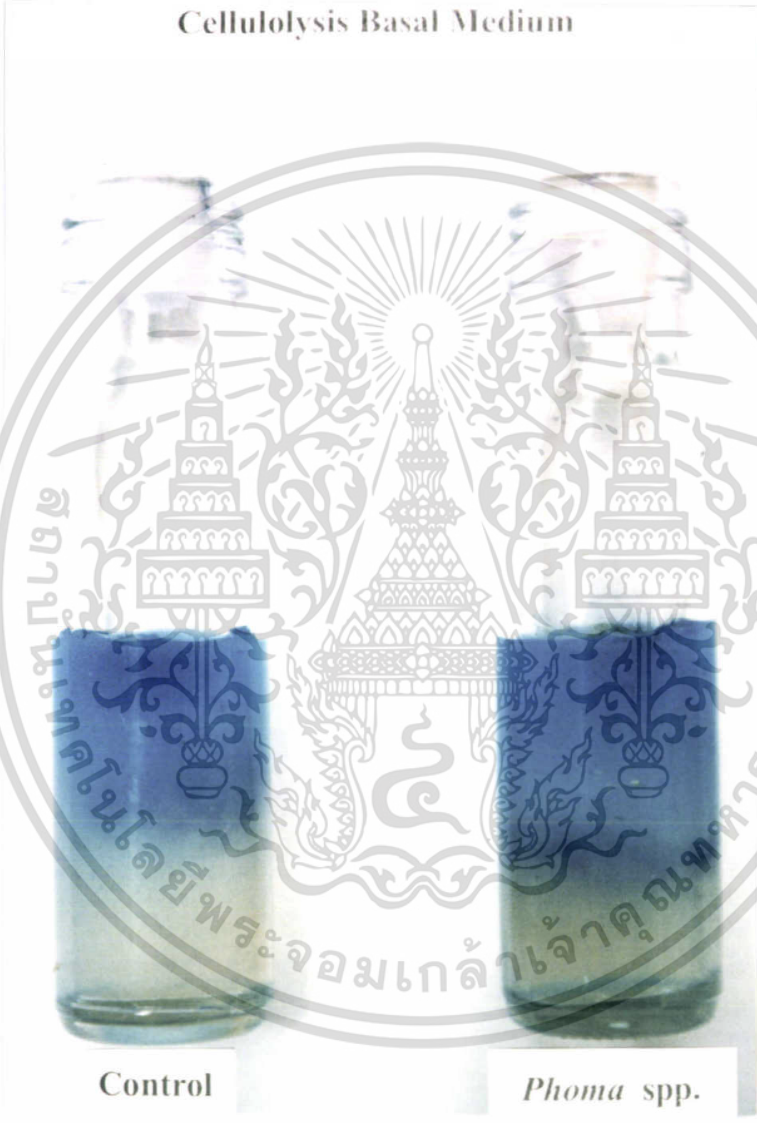
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

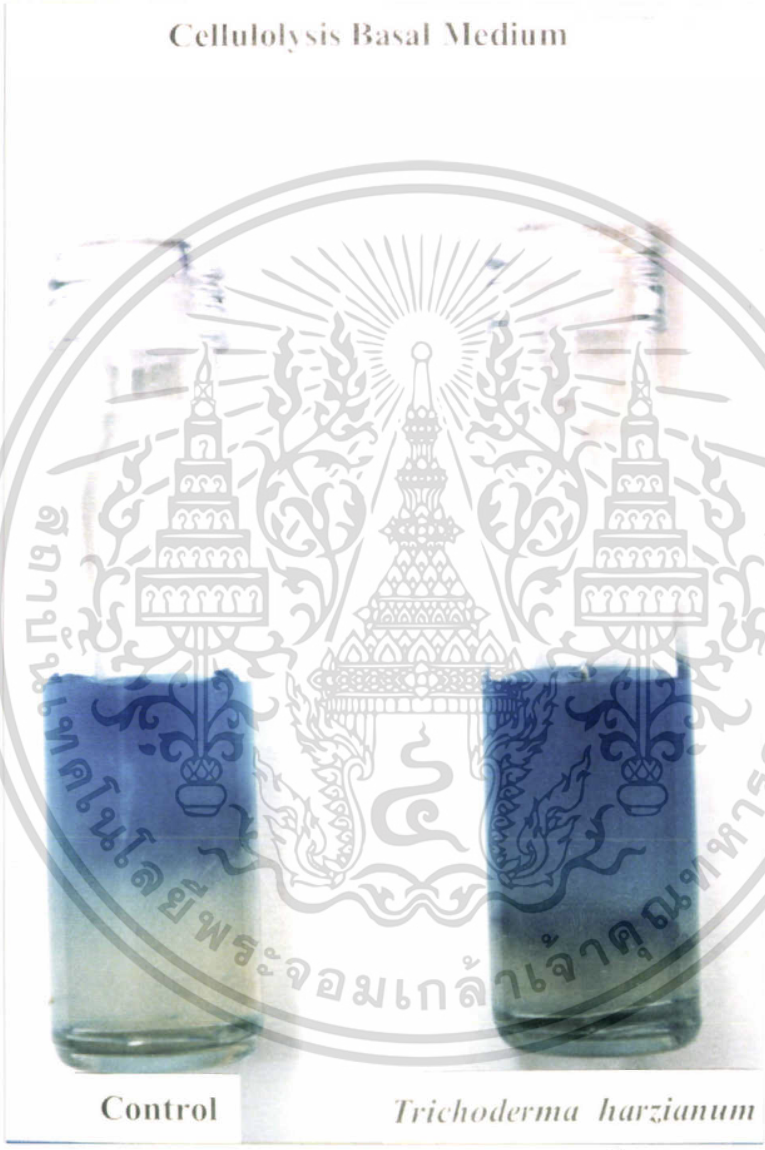
ภาพที่ 34 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 35 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

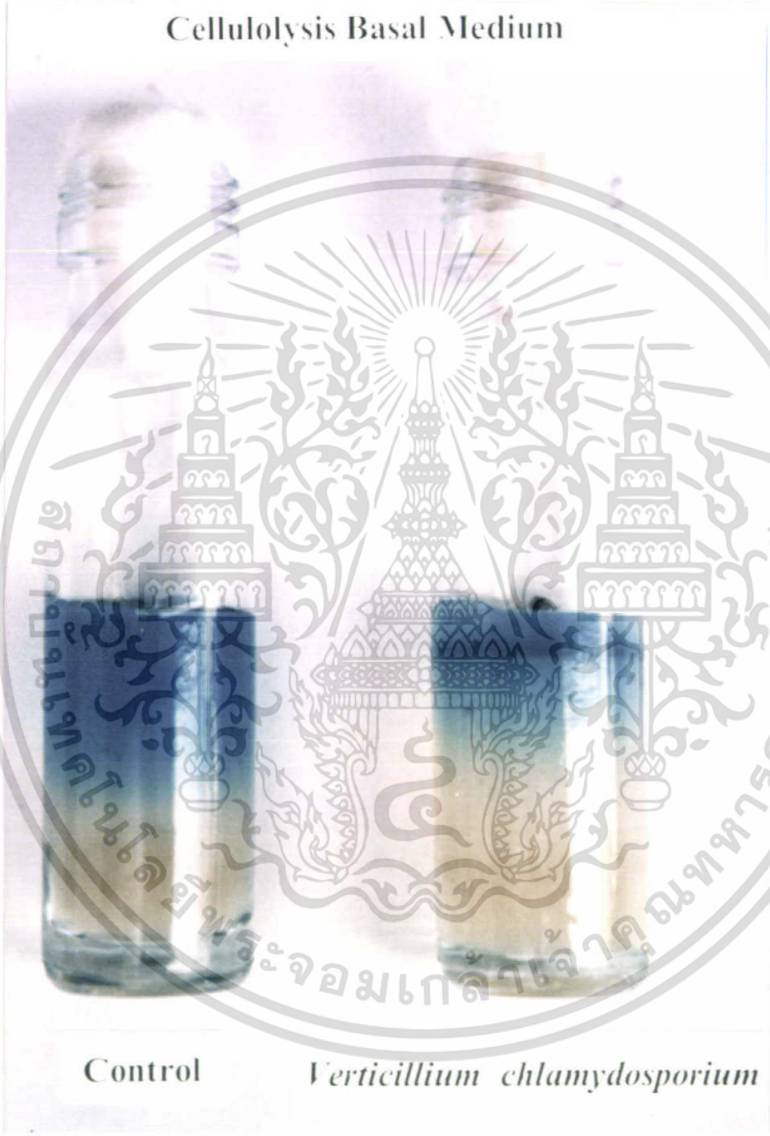


ภาพที่ 36 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

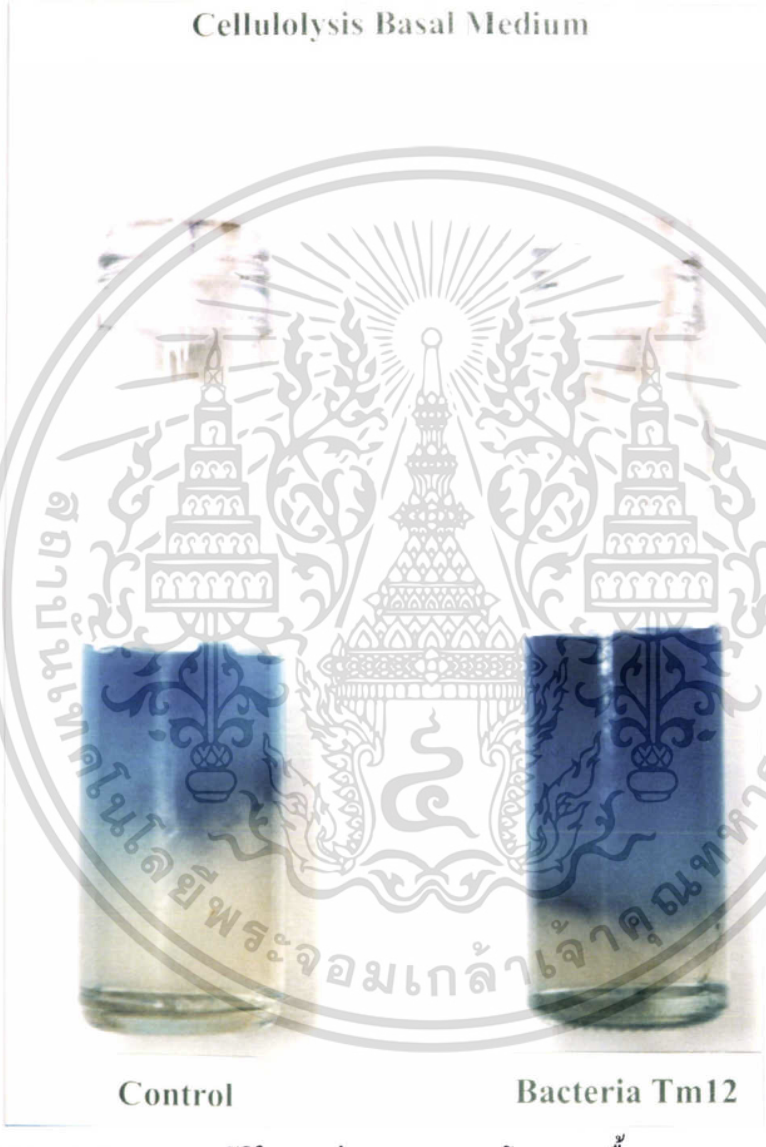
ภาพที่ 37 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 38 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

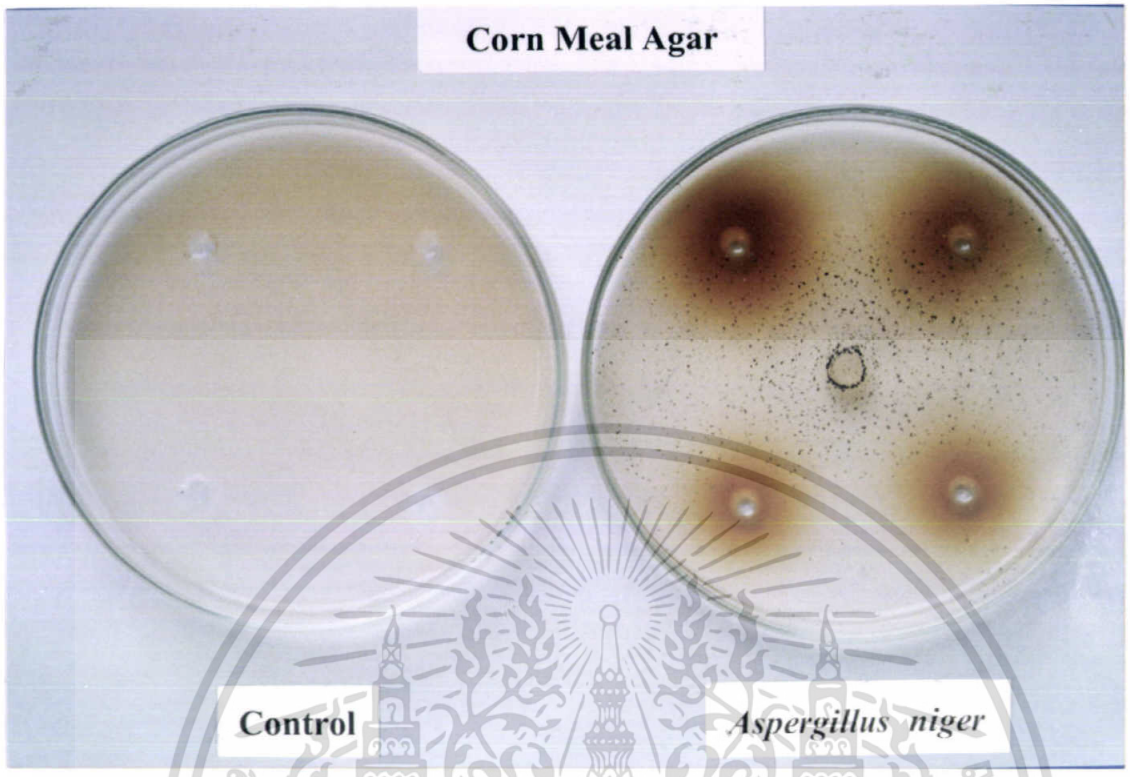


ภาพที่ 39 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ Bacteria Tm12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 40 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลสของเชื้อ Bacteria Tm13

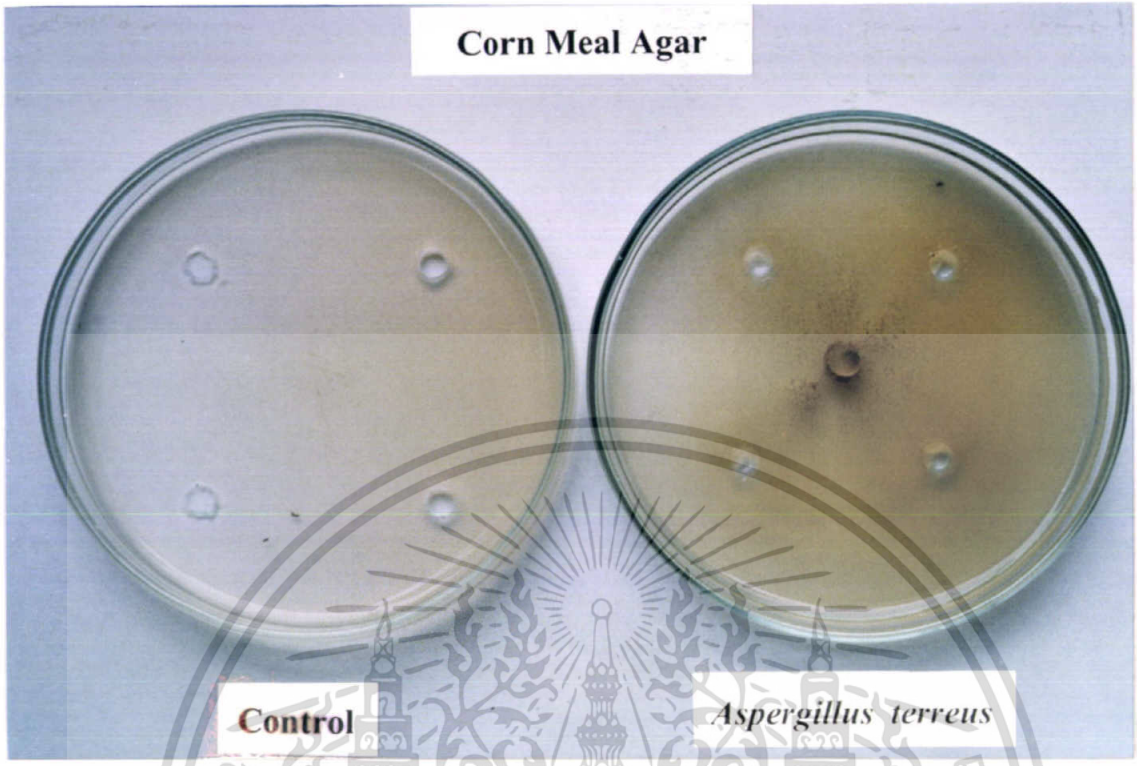
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



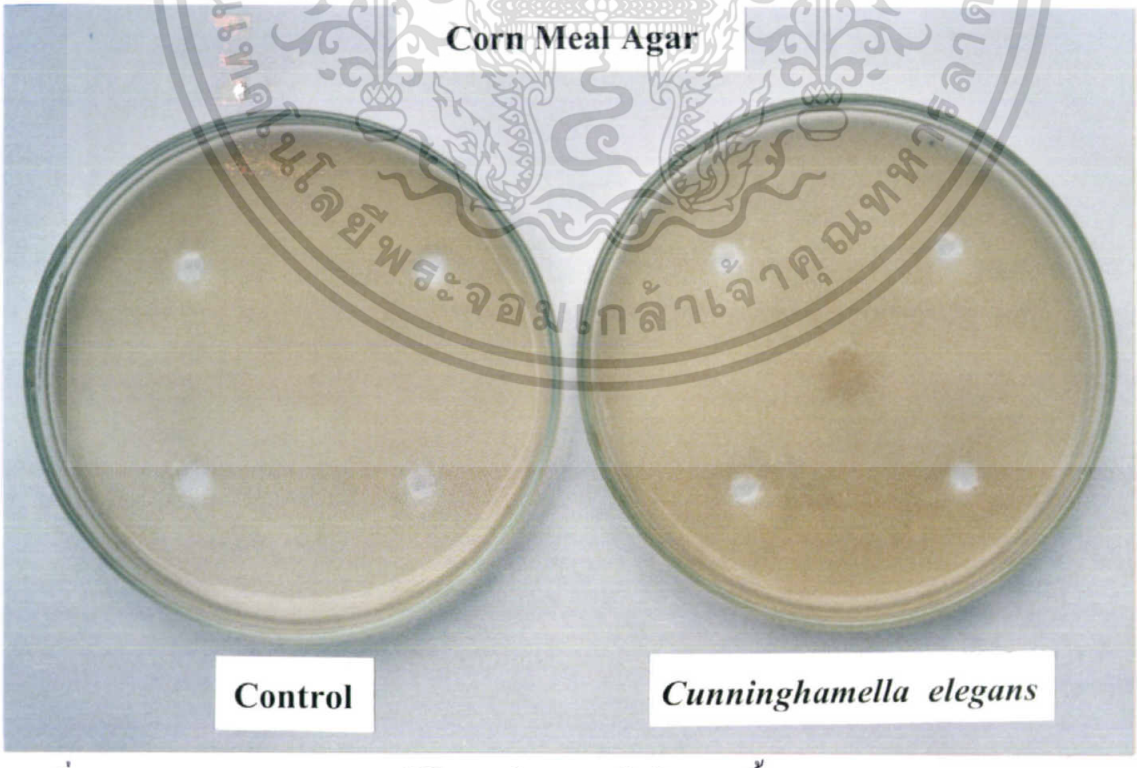
ภาพที่ 41 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01

ภาพที่ 42 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

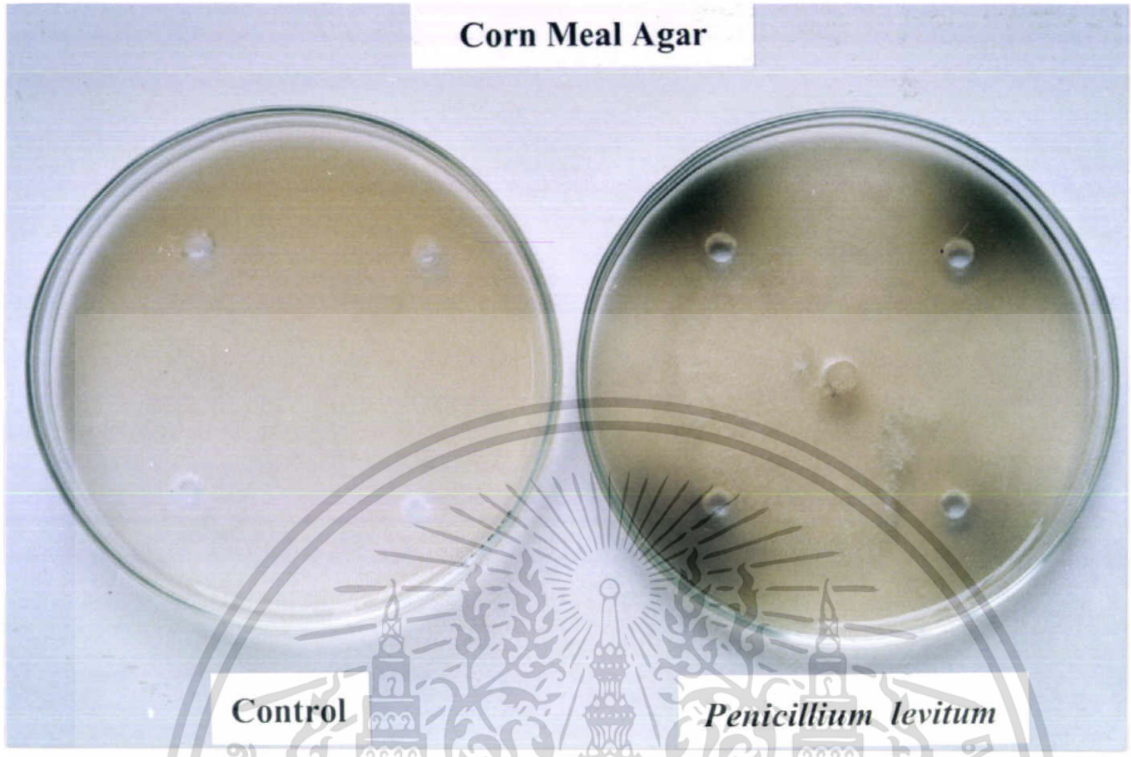


ภาพที่ 43 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03

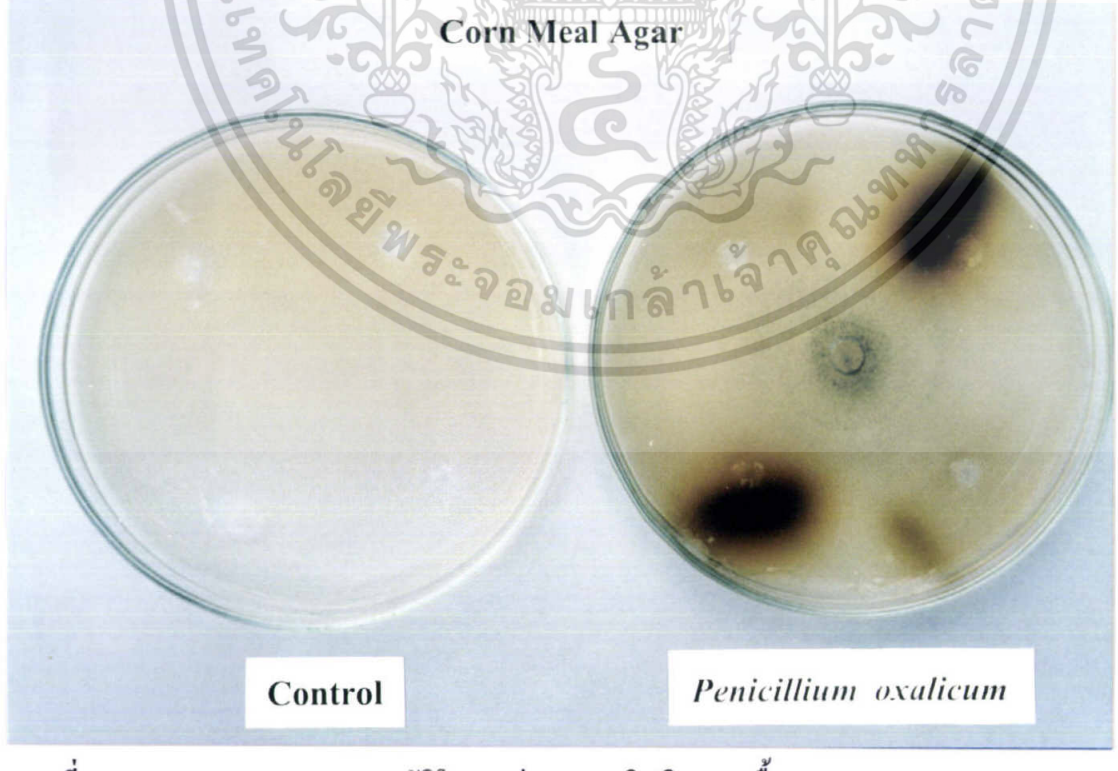


ภาพที่ 44 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

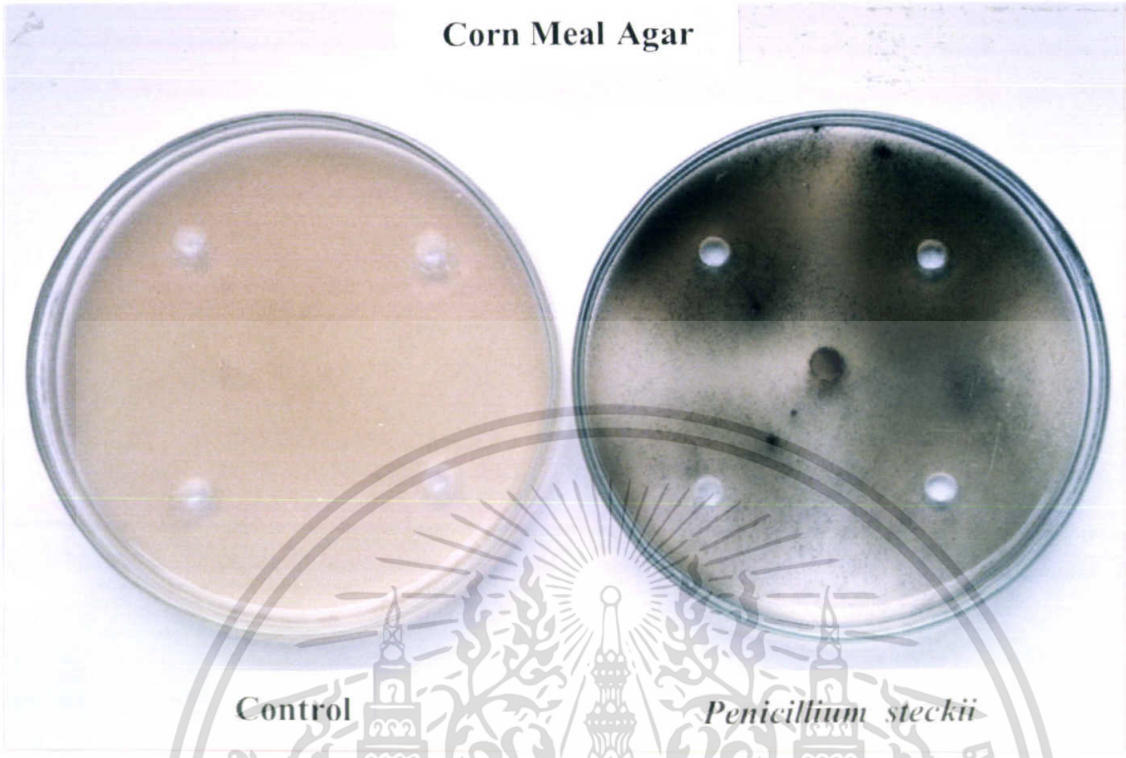


ภาพที่ 45 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05

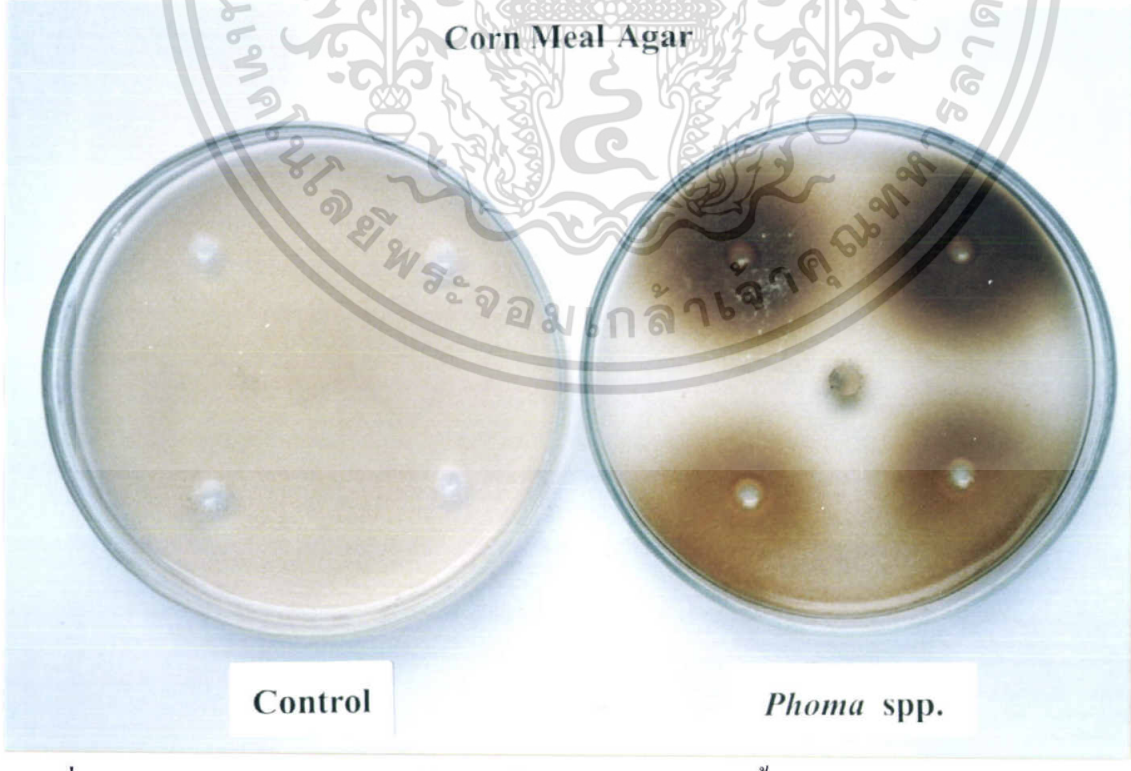


ภาพที่ 46 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

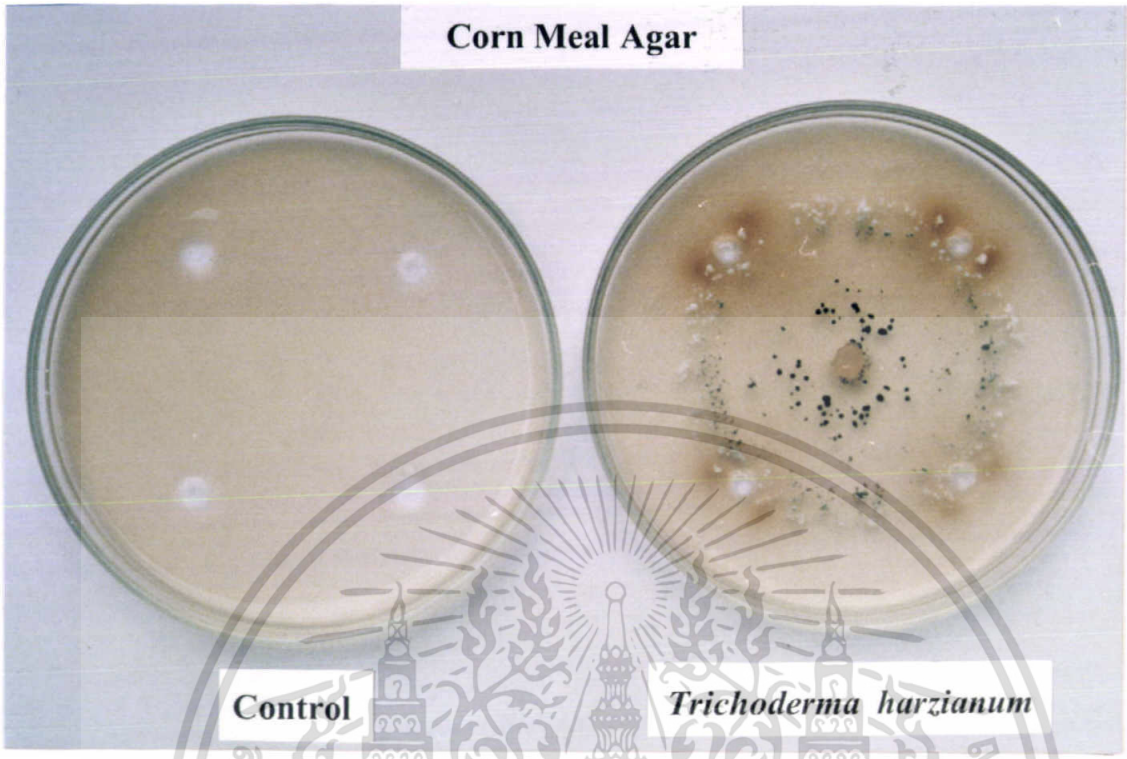


ภาพที่ 47 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07

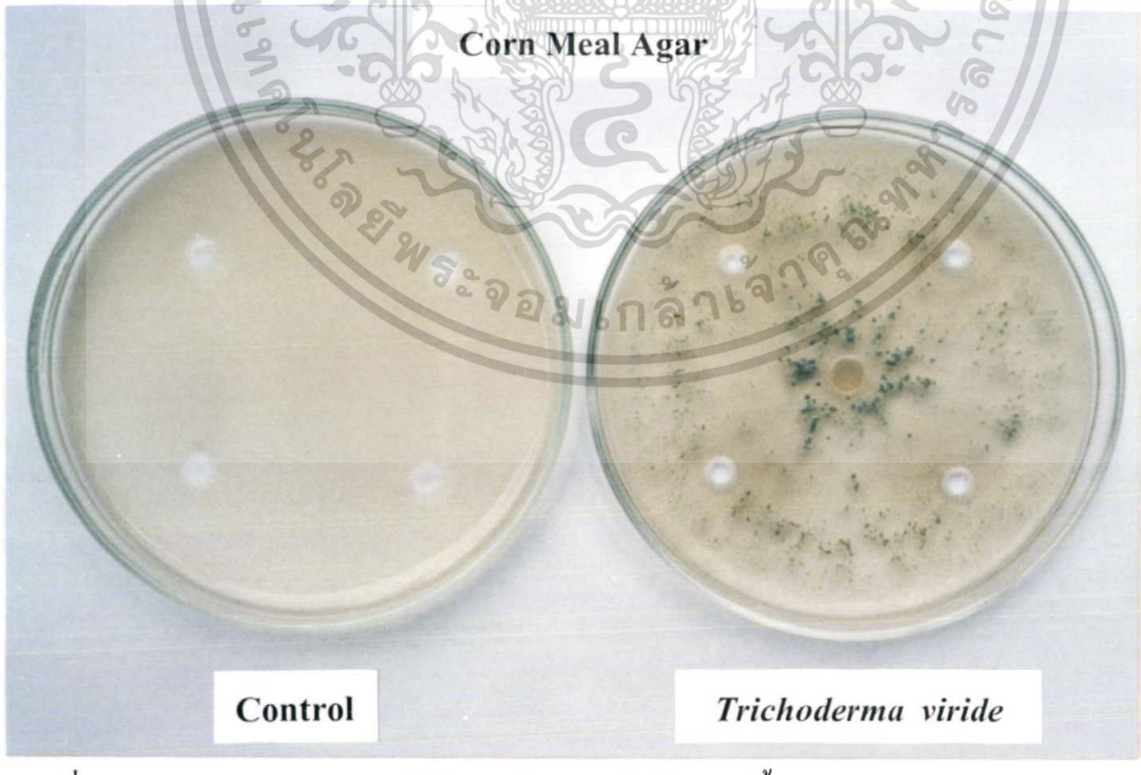


ภาพที่ 48 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

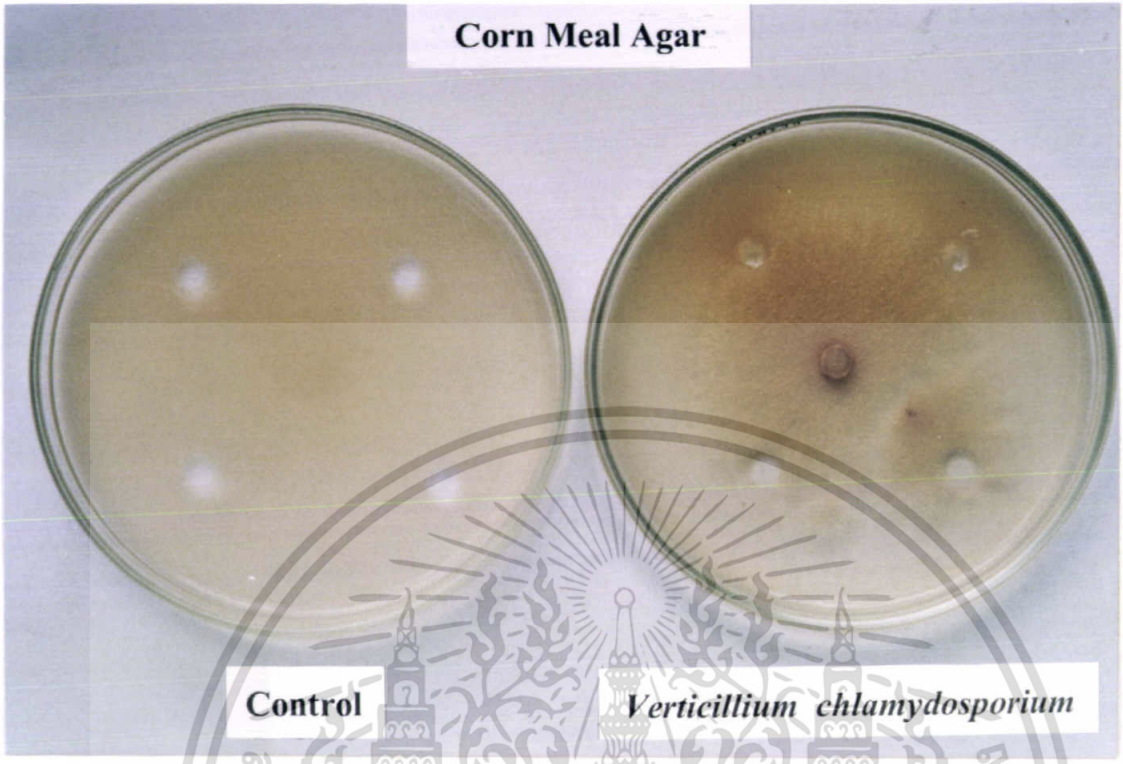


ภาพที่ 49 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09

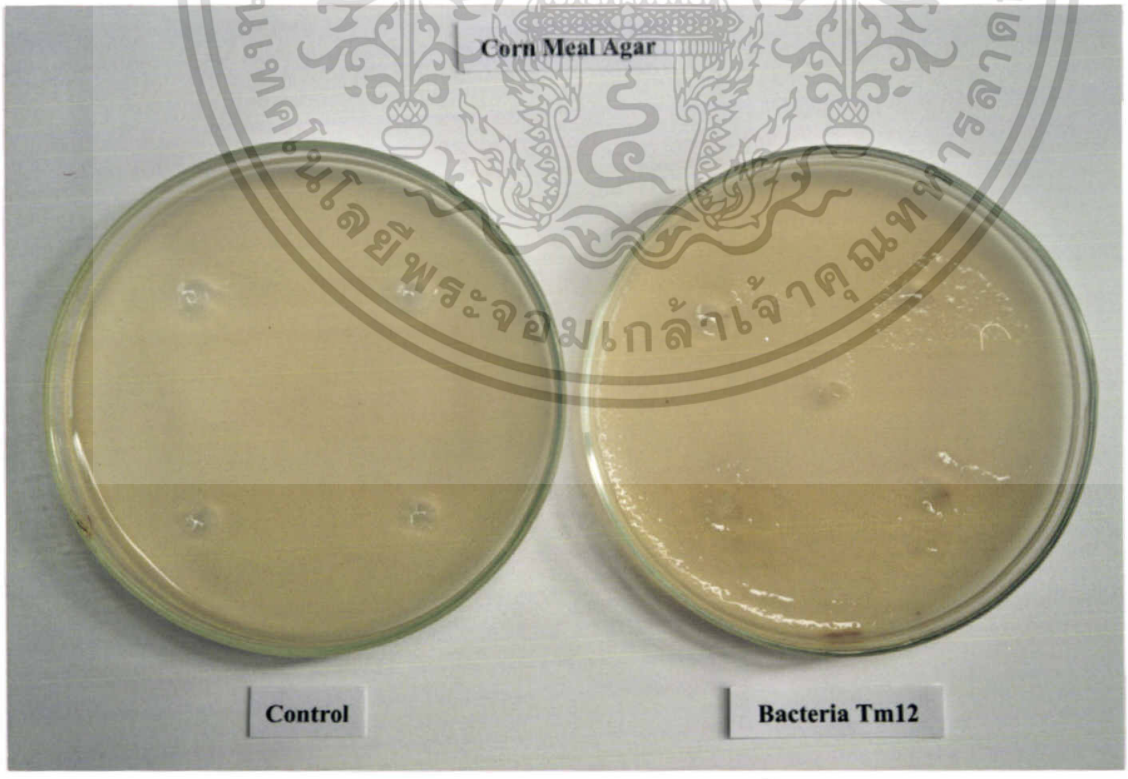


ภาพที่ 50 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

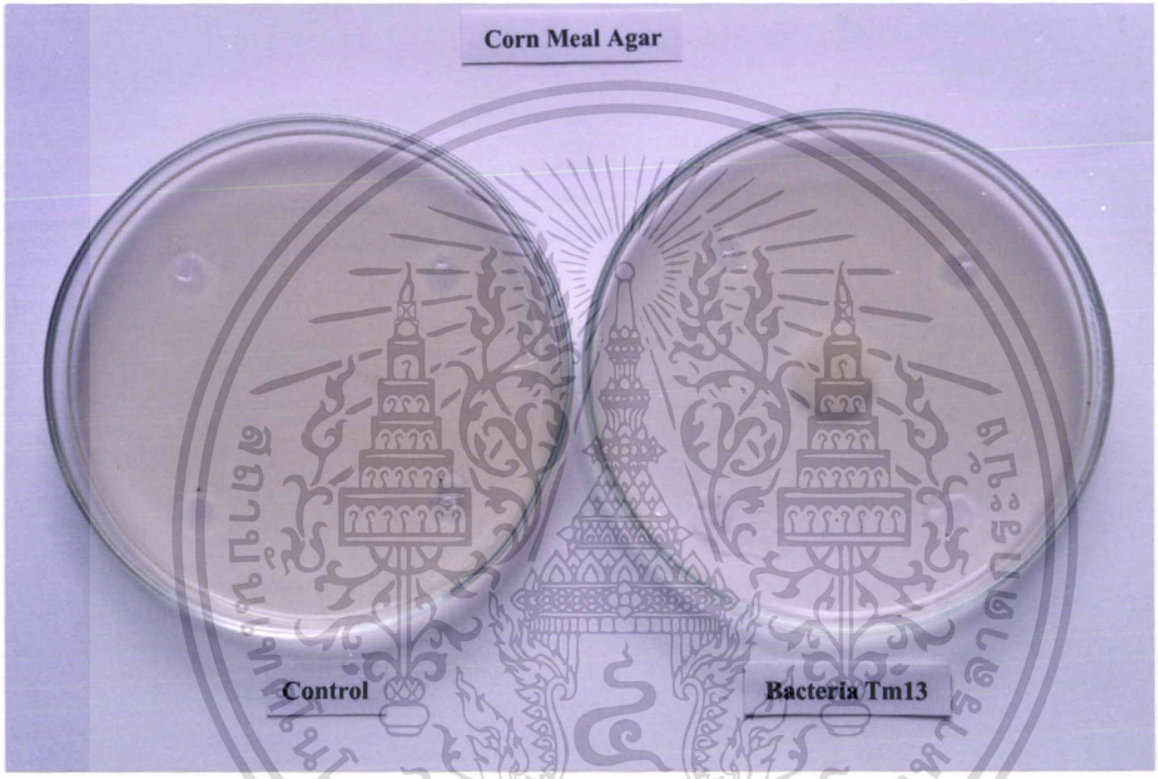


ภาพที่ 51 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11



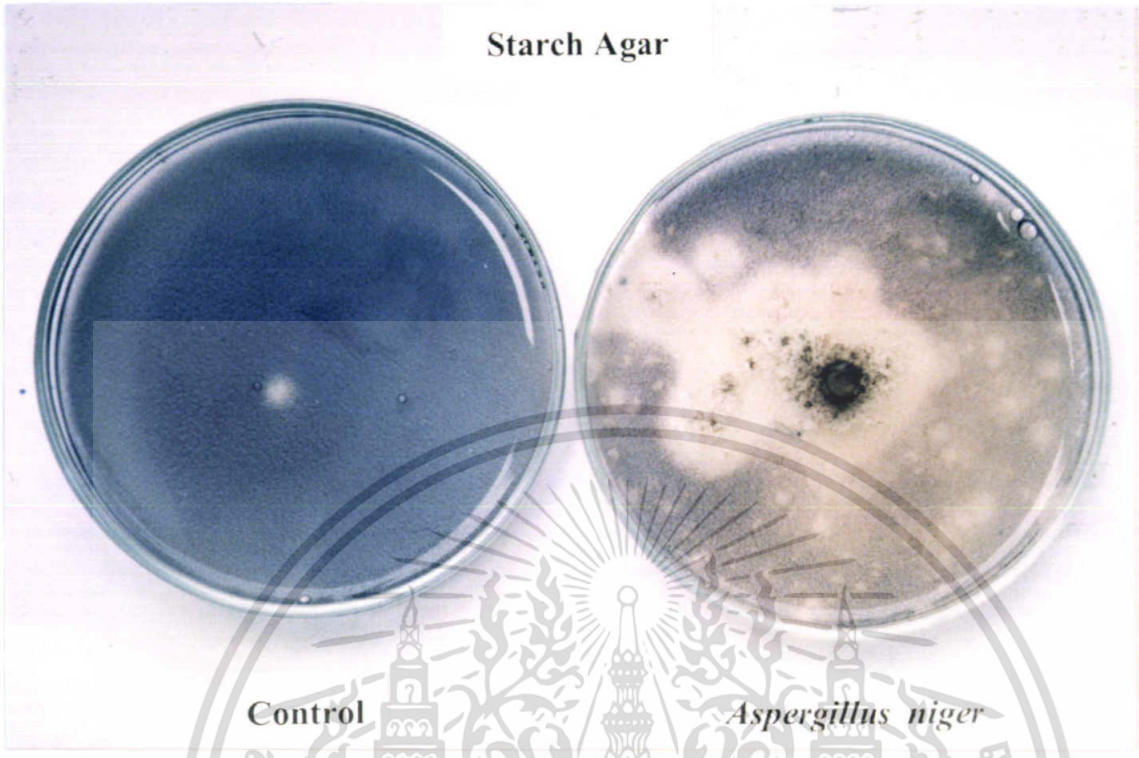
ภาพที่ 52 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ Bacteria Tm12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

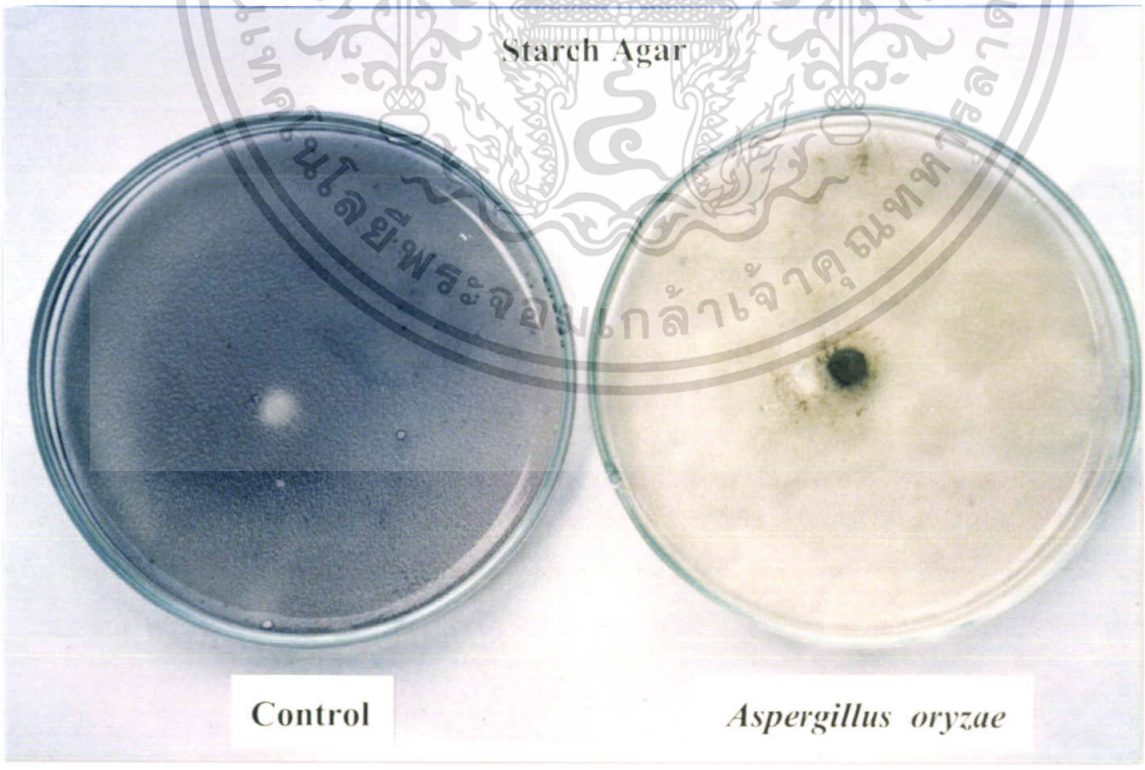


ภาพที่ 53 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนินของเชื้อ Bacteria Tm13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

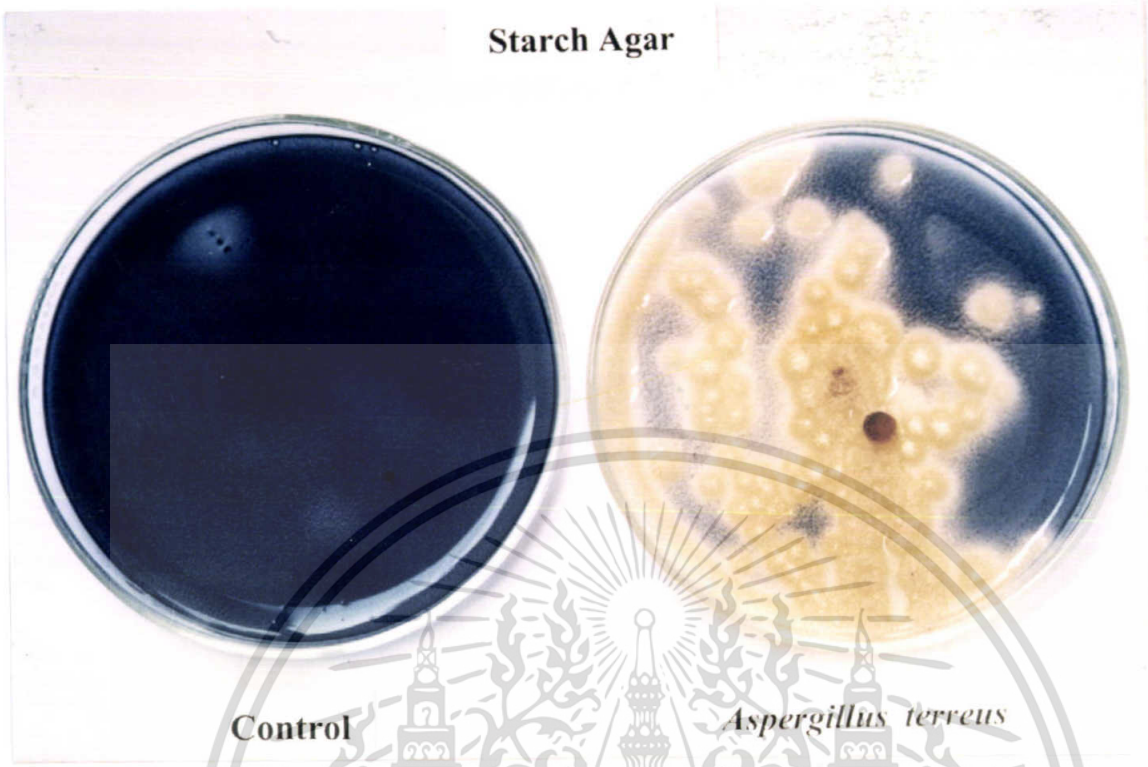


ภาพที่ 54 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus niger* Tm01



ภาพที่ 55 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus oryzae* Tm02

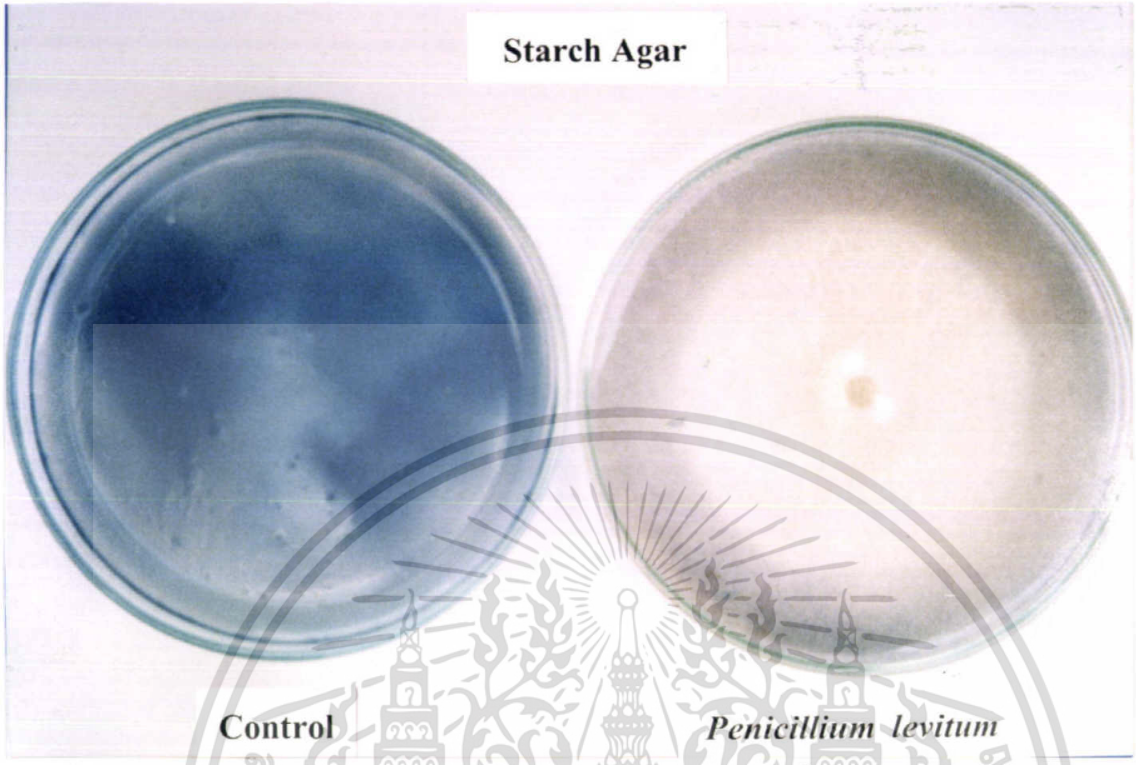
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



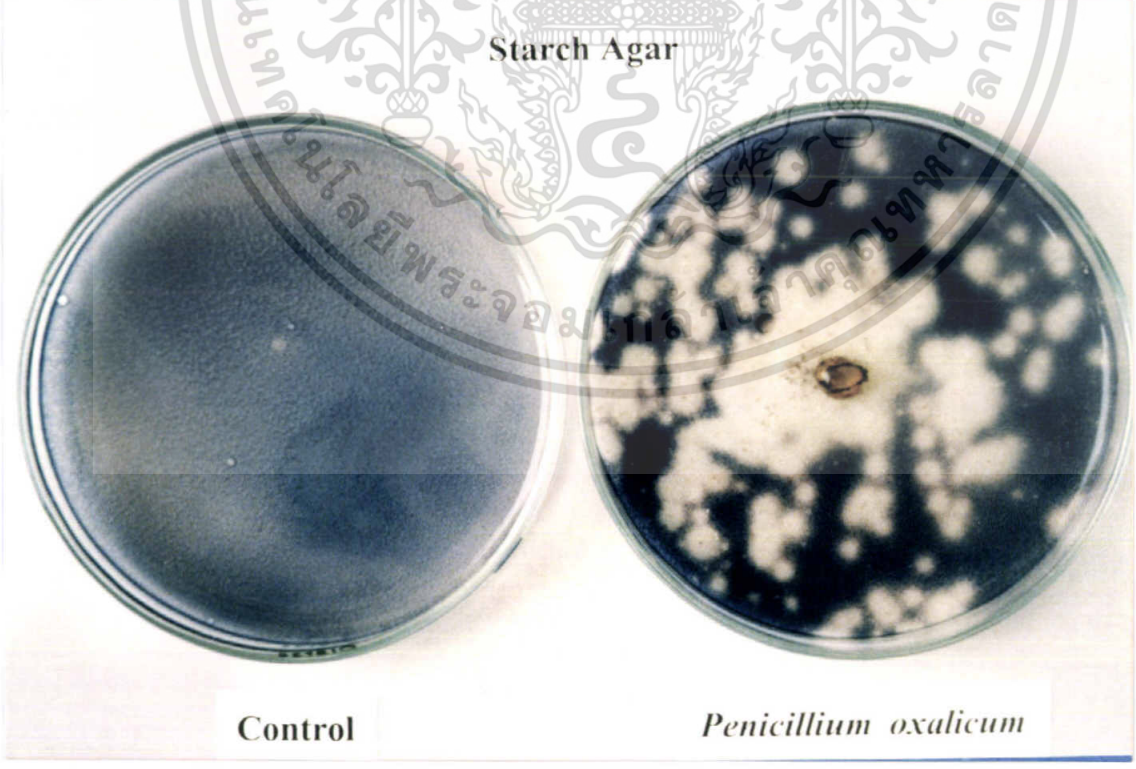
ภาพที่ 56 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Aspergillus terreus* Tm03

ภาพที่ 57 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Cunninghamella elegans* Tm04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

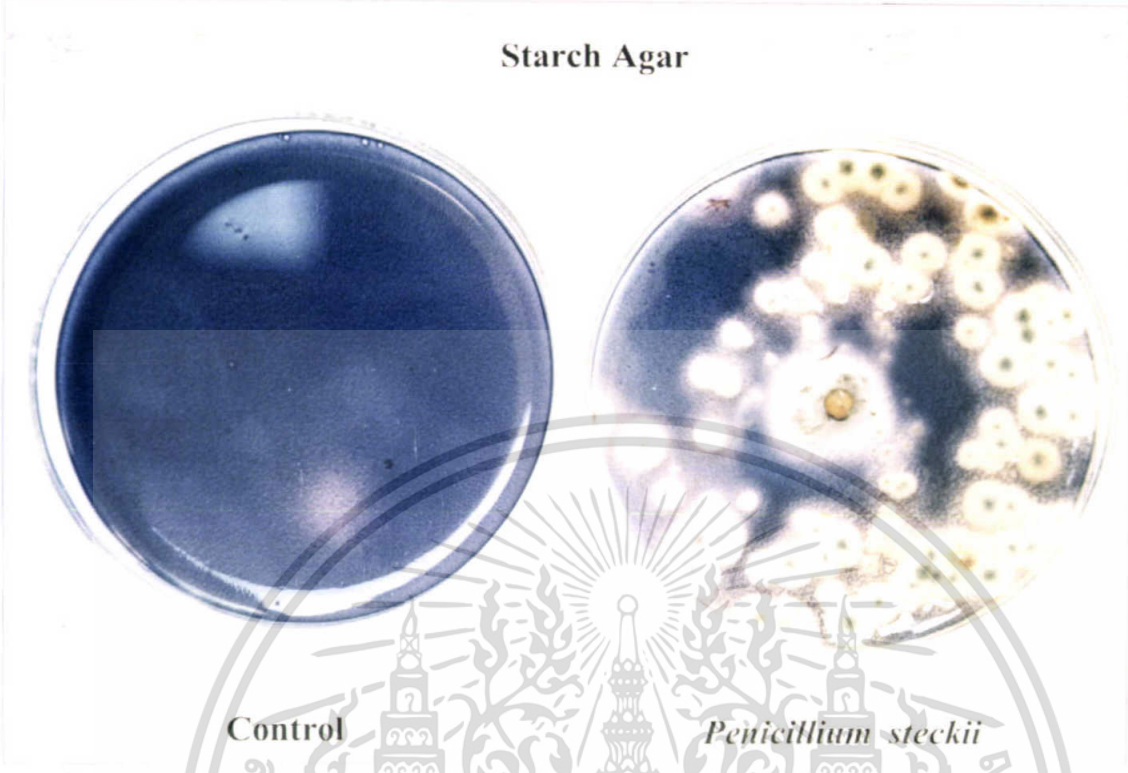


ภาพที่ 58 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium levitum* Tm05

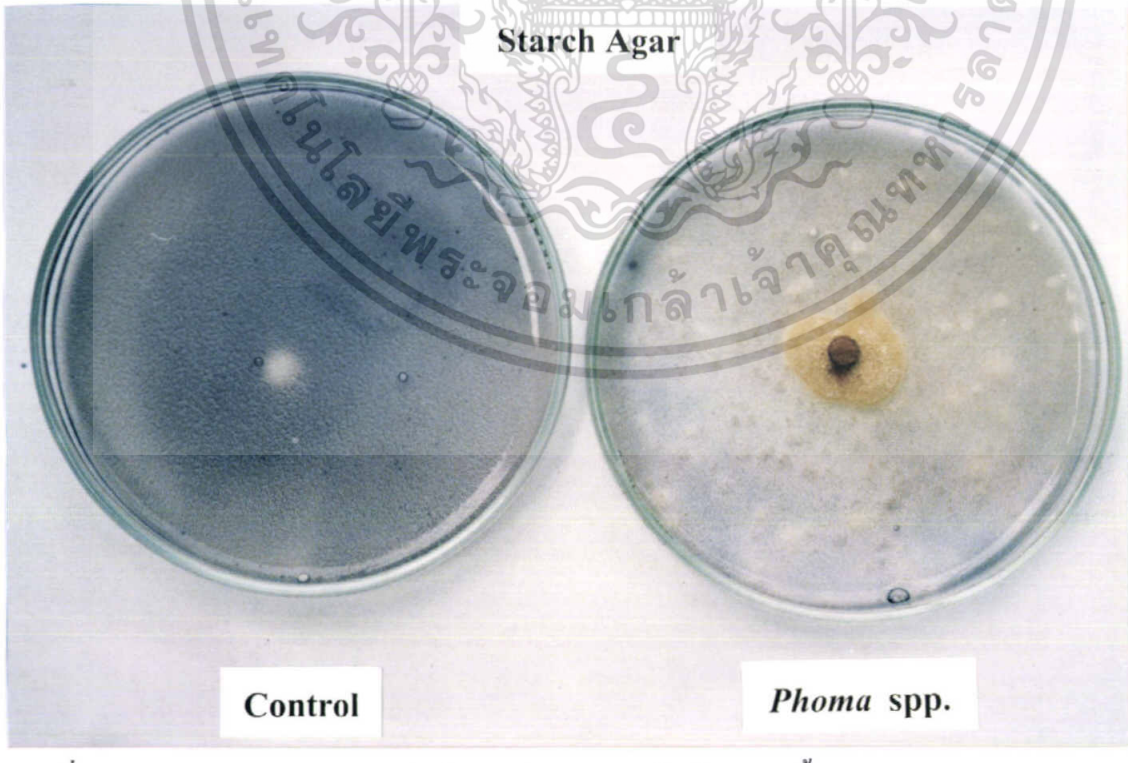


ภาพที่ 59 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium oxalicum* Tm06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

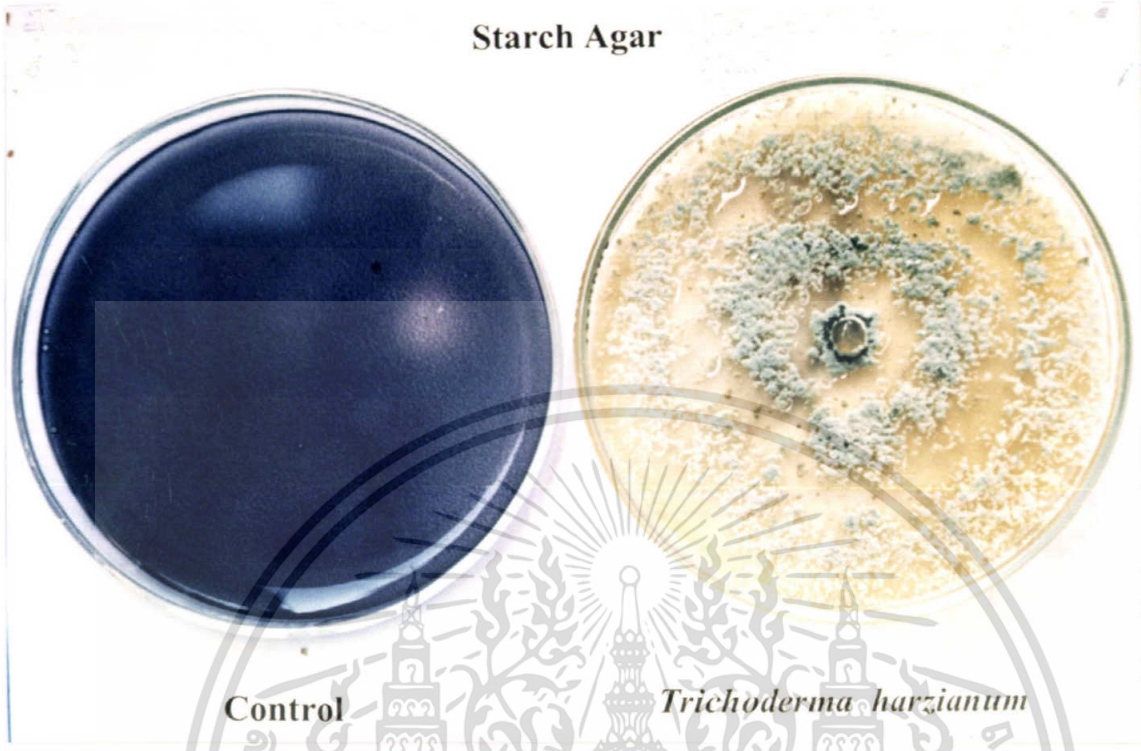


ภาพที่ 60 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Penicillium steckii* Tm07

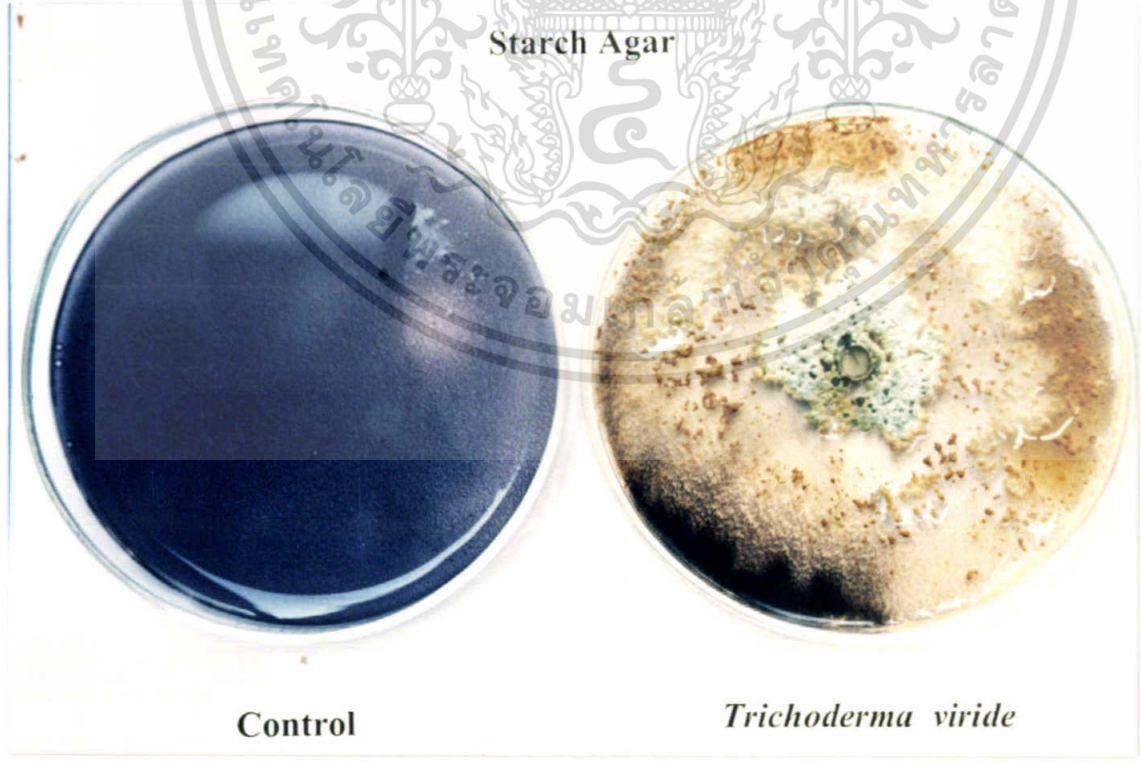


ภาพที่ 61 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Phoma* spp. Tm08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

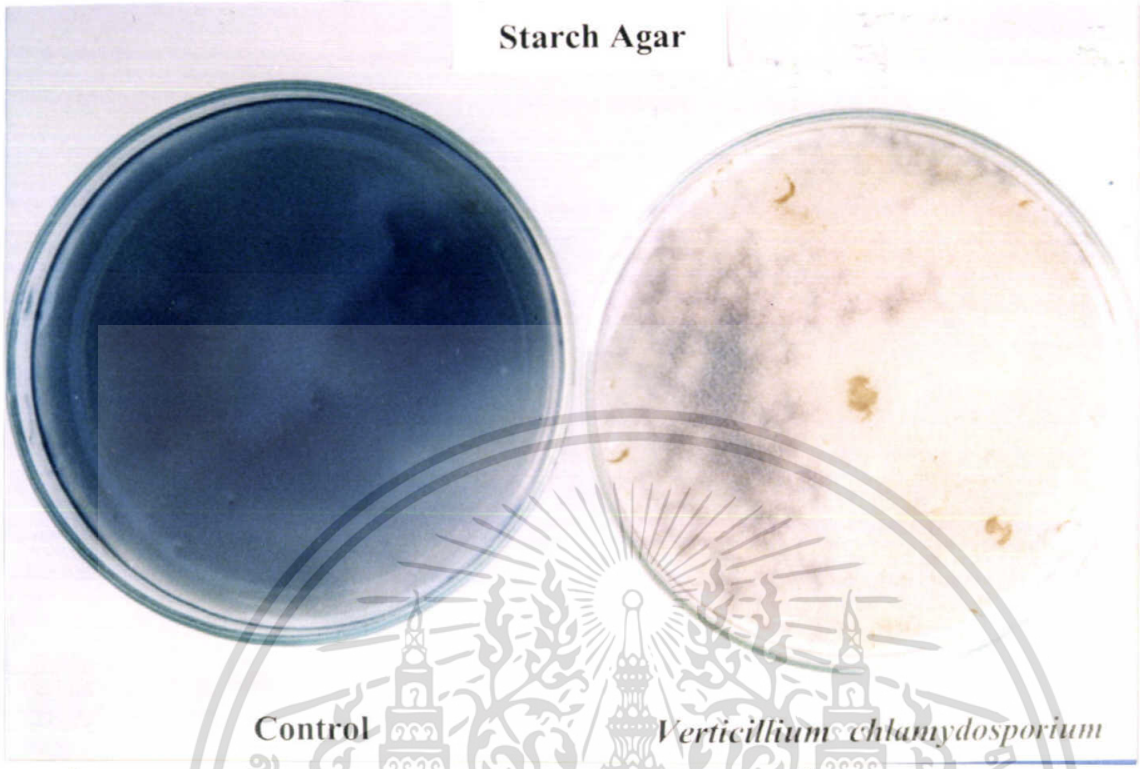


ภาพที่ 62 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Trichoderma harzianum* Tm09

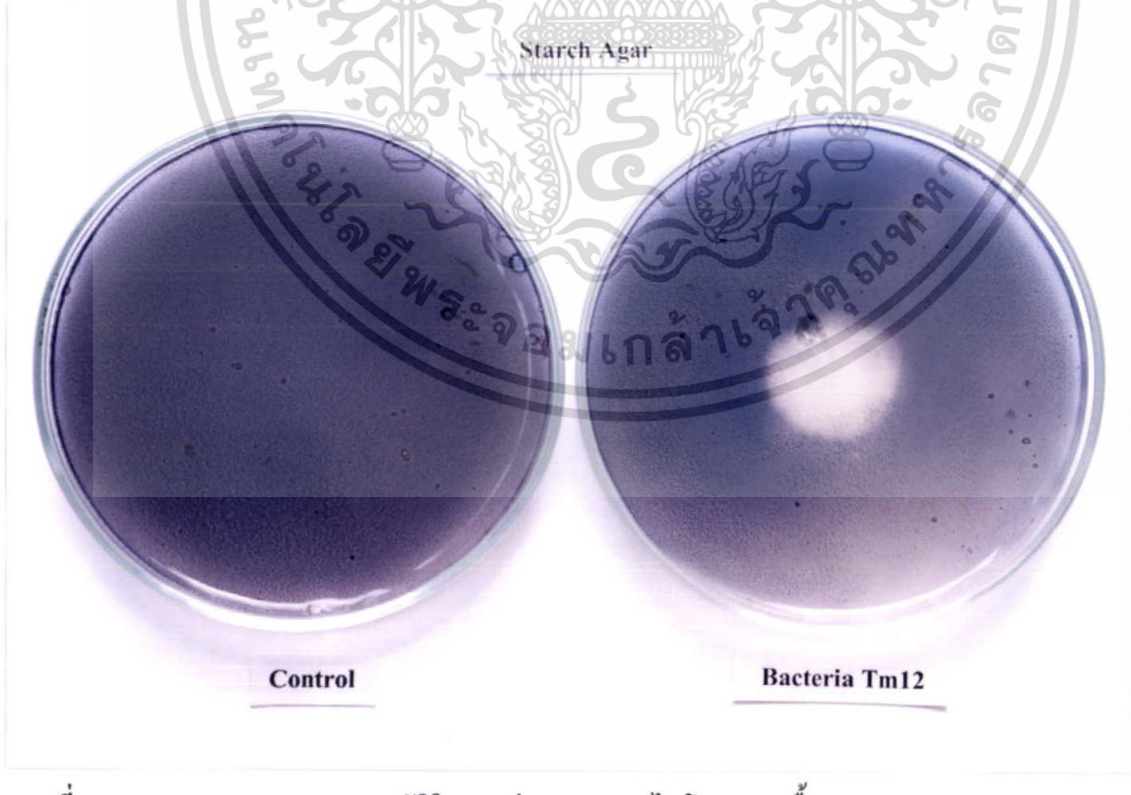


ภาพที่ 63 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Trichoderma viride* Tm10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

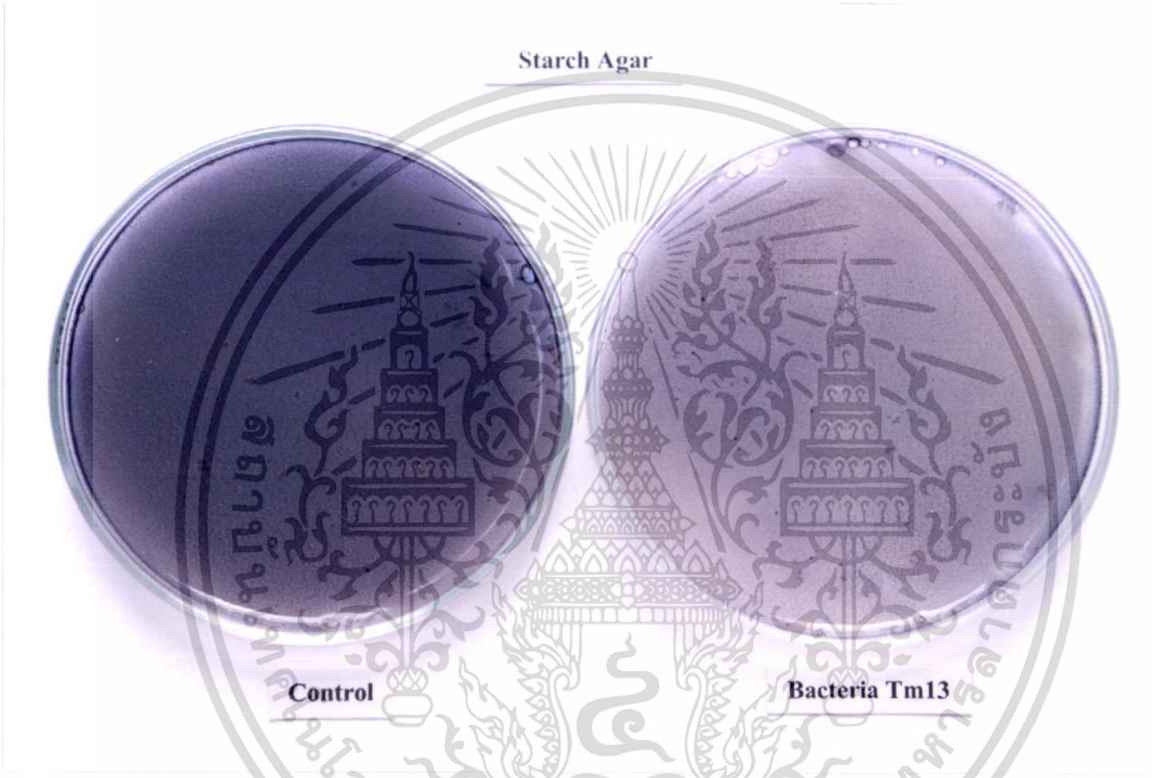


ภาพที่ 64 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ *Verticillium chlamydosporium* Tm11



ภาพที่ 65 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ Bacteria Tm12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 66 แสดงการทดสอบคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลสของเชื้อ Bacteria Tm13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์จากปลวกได้ 13 ชนิด ประกอบด้วยเชื้อรา และแบคทีเรีย ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และอะไมโลส แตกต่างกัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยเซลลูโลสนั้นจะพบการเคลื่อนที่ของสี cellulose azure ที่อยู่ชั้นบนของอาหาร Cellulolysis Basal Medium ที่มีลักษณะเป็น BI-layered โดยจะเคลื่อนที่ลงมาอยู่ที่ชั้นล่าง ถ้าสีมีการเคลื่อนที่ลงมามากแสดงว่าเกิดการย่อยสลายเซลลูโลสมากโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่ *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ยกเว้น *Aspergillus niger* Tm01 และ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของ Yun (2001) เกี่ยวกับเชื้อ *Trichoderma harzianum* C-4 ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยสลายเซลลูโลส แต่ขัดแย้งกับการทดลองของ Singh (2002) ซึ่งกล่าวว่าเชื้อ *Aspergillus niger* สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ลิกนินเนสเพื่อย่อยสลายลิกนิน ถ้าหากว่าเชื้อจุลินทรีย์มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน เมื่อหยดกรด pyrogallic และ hydrogen peroxidase ลงบนอาหาร Corn Meal Agar ที่ใช้เลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ โดยจะทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ลิกนินเนส ปรากฏเป็นสีเหลืองทองไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มบริเวณรอบๆ โคโลนี ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายลิกนิน ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09 ยกเว้น *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน โดยสอดคล้องกับการทดลองของ Singh (2002) เกี่ยวกับการย่อยลิกนินของเชื้อ *Trichoderma harzianum* และ *Aspergillus niger* และเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสเพื่อย่อยสลายอะไมโลส เมื่อทดสอบโดยหยดสารละลายไอโอดีนจะทำปฏิกิริยากับแป้งเกิดสีม่วง แต่ถ้าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวเกิดปฏิกิริยาการย่อยแป้งไปแล้วจะปรากฏเป็น clear zone ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน เชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอะไมโลส ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Verticillium chlamydosporium Tm11 และ Bacteria Tm12 ยกเว้น Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของมณี (2526) ที่ทดสอบความสามารถในการผลิตเอนไซม์อะไมเลสของเชื้อ *Aspergillus niger* และมีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์จากปลวกได้ 13 ชนิด คือ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่ *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ยกเว้น *Aspergillus niger* Tm01 และ *Verticillium chlamydosporium* Tm11 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายเซลลูโลส ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09 ยกเว้น *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11, Bacteria Tm12 และ Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายลิกนิน และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส ได้แก่ *Aspergillus niger* Tm01, *Aspergillus oryzae* Tm02, *Aspergillus terreus* Tm03, *Cunninghamella elegans* Tm04, *Penicillium levitum* Tm05, *Penicillium oxalicum* Tm06, *Penicillium steckii* Tm07, *Phoma* spp. Tm08, *Trichoderma harzianum* Tm09, *Trichoderma viride* Tm10, *Verticillium chlamydosporium* Tm11 และ Bacteria Tm12 ยกเว้น Bacteria Tm13 ไม่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายอะไมโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชัยนาม เปรมปรีชากุล. 2540. ราที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้จำหลักโบราณในพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ พระนคร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม (วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม). จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

ณิศ กีร์ติบุตร. 2525. ไม้แปรรูปที่มีความต้านทานต่อปลวก รวมเรื่องย่อ. การประชุมวิชาการ สาขาพืช ครั้งที่ 20 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณิศ กีร์ติบุตร และยุพา หาญบุญทรง. 2529. การศึกษาอนุกรมวิธานของปลวกที่เกี่ยวข้องกับเห็ดโคน. แก่นเกษตร.

น้อย เกษมสุขสกุล. 2529. การผลิตเซลลูเลสโดยเชื้อราที่ชอบอุณหภูมิสูงบนวัสดุที่เป็นของแข็ง. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

ประเสริฐ สรีกิติกุลชัย. 2542. การศึกษาความสามารถในการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลสโดยเชื้อ Xylariaceae. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

ปราณี มุ่งสันติ. 2530.การศึกษาของเอนไซม์ย่อยแป้งจากเชื้อราที่ทนอุณหภูมิสูง.วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

พรทิพย์ ตัณฑ์เจริญรัตน์. 2528. การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสโดยเชื้อแอคติโนมัยซีส รหัส 24402. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

พรเทพ ถนนแก้ว. 2537. ภาวะเหมาะสมของการผลิตเซลลูเลสจากเชื้อราที่คัดแยกจากบริเวณปลูกป่านศรนารายณ์ *Agave sisalana* Perrine. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

พิสุทธิ์ พวงนาค. 2542. การกลายพันธุ์ของรา *Acrophialophora* sp. ที่ย่อยสลายเซลลูโลส. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

มณี ตันติรุ่งกิจ. 2526. การเพิ่มปริมาณการผลิเอนไซม์อะไมเลสของ *Aspergillus niger* โดยใช้มิวทาเจน. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

รัตนาภรณ์ ลีสิงห์. 2538. การผลิตเอนไซม์เฮมิเซลลูเลสจากเปลือกข้าวโพดในถังหมักโดยเชื้อ *Bacillus* sp. Sl. วิทยานิพนมหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. บัณฑิตวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรือนแก้ว ประพฤติ. 2541. การฟอกเยื่อกระดาษโดยวิธีการทางชีวภาพโดย *Phanerocheate chrysosporium* และ *Ganoderma lucidum*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีชีวภาพ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

วิเชียร สีสุข การย่อยสลายวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรกรรมด้วยเอนไซม์จาก *Aspergillus fumigatus* Fresenius รหัส 4-45-1F. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

สุวิชา บุญเลี้ยง. 2542.ความหลากหลายทางพันธุกรรมของราที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส ในพื้นที่โครงการสร้างป่าตามแนวพระราชดำริ และป่าพันธุกรรมพืช อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (พันธุศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

สัตถาพร ศรีมหาสงคราม. 2524. การผลิตเอนไซม์อะไมเลสจากแบคทีเรียเพื่อย่อยแป้งมันสำปะหลัง วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (จุลชีววิทยา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

อภิญญา สุราวุธ. 2540. จุลินทรีย์ในรวงรังปลวกและผลต่อการเจริญของสายราเห็ดโคน (*Termitomyces glovulus* Hein&Gosse.-Font). วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (โรคพืชวิทยา). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. บัณฑิตวิทยาลัย.

อำนวย ขวัญเมือง. 2537. การหมักแอลกอฮอล์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยใช้เซลลูเลสและ *Saccharomyces cerevisiae*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (พฤกษศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

Brune, A. 1998. Termite guts : The world's smallest bioreactors. TIBTECH, 16 : 16-21.

Crosland, M.W.J., Chan, L.K. and J.A. Buswell. 1996. Symbiotic fungus and enzymatic digestion in the gut of the termite, *Macrotermes barneyi* (Light) (Isoptera : Termitidae). Journal of Entomological Science. 1996, 31 : 1, 132-137.

Domsch, K.H. and W. Gams. 1993. COMPENDIUM OF SOIL FUNGI Volume I. Publication : IHW-Verlag Bert-Brecht-Str. 18 D-85386 Eching. 859 p.

Hyodo, F., Inoue, T., Azuma, J.I., Tayasu, I. and T. Abe. 2000. Role of the mutualistic fungus in lignin degradation in the fungus-growing termite *Macrotermes gilvus* (Isoptera : Macrotermitinae). Soil Biolopy and Biochemistry. 2000, 32 : 5, 653-658.

Kim, K., Leem, Y., Kim, K. and K. Kim. 2002. Transformation of the medicinal basidiomycete Trametes versicolor to hygromycin B resistance by restriction enzyme mediated integration. FEMS Microbiology Letters. 2002, 209 : 2, 273-276.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kimura, S., Amachi, S., Ohno, N., Takahashi, H., Shinoyama, H. and T. Fujii. 2002. Relationship between conidial enzymes and germination of the apple blue mold, *Penicillium expansum*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 2002, 66 : 5, 1126-1129.

Kvesitadze, E., Adeishvili, E., Gomarteli, M., Kvachadze, L. and G. Kvesitadze. 1999. Cellulase and xylanase activity of fungi in a collection isolated from the southern Caucasus. International Biodeterioration and Biodegradation. 1999, 43 : 4, 189-196.

Paterson, R.R.M. and P.D. Bridge. 1994. Biochemical techniques for filamentous fungal. CAB International Wallingford Oxon OX10 8DE UK. 125 p.

Pointing, S.B. 1999. Qualitative methods for the determination of lignocellulolytic enzyme production by tropical fungi. Fungal Diversity 2 : 17-33.

Raper, K.B. and C. Thom. 1949. A MANUAL OF THE PENICILLIA. The Williams & Wilkins Company.,U.S.A. 875 p.

Raper, K.B. and D.I. Fennell. 1965. THE GENUS *Aspergillus*. The Williams & Wilkins Company.,USA. 686 p.

Schafer, A., Konrad, R., Kuhnigk, T., Kampfer, P., Hertel, H. and H. Konig. 1996. Hemicellulose-degrading bacteria and yeasts from the termite gut. Journal of Applied Bacteriology. 1996, 80 : 5, 471-478.

Shearer, C.A. 1993. The freshwater ascomycetes. Nova Hedwigia 56 : 1-33.

Shearer, C.A. 2001. The distribution of freshwater filamentous ascomycetes. In : Mycology : Trichomycetes other Fungal Groups and Mushrooms (eds. J.K. Misra and B.W. Horn). Science Publishers, Inc., Enfield, New Hampshire, USA : 225-292.

Shearer, C.A., Deborah, M.L. and E.L. Joyce. 2002. Fungi in Freswater Habitals. In : Measuring and Monitoring Biological Diversity : standard methods for fungi (eds. G.M. Mueller, G.F. Bills and M.S. Foster). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. (Inpress).

Singh, A. and S. Sharma. 2002. Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting.

Villas, B.S.G., Esposito, E. and M.M. Mendonca. 2002. Novel lignocellulolytic ability of *Candida utilis* during solid-substrate cultivation on apple pomace. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2002, 18 : 6, 541-545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wyk, J.P.H. 1999. Increased bioconversion of pretreated wastepaper to sugar by successive treatment with cellulose from *Penicillium funiculosum* and *Trichoderma reesei*. Australasian Biotechnology. 1999, 9 : 4, 206-210.

Yun, S.I., Jeong, C.S., Chung, D.K. and H.S. Choi. 2001. Purification and some properties of a bata-glucosidase from *Trichoderma harzianum* type C-4. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 2001, 65 :9, 2028-2032.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. PDA (Potato Dextrose Agar)

Potato	200 กรัม
Dextrose	18 กรัม
Agar	18 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

2. PDPA (Potato Dextrose Peptone Agar)

Potato	200 กรัม
Dextrose	18 กรัม
Peptone	18 กรัม
Agar	18 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

3. WA (Water Agar)

Agar	18 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

4. PYG (Peptone Yeast extract Glucose Agar)

Peptone	1.25 กรัม
Yeast extract	1.25 กรัม
Glucose	3 กรัม
Agar	18 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

5. CBM (Cellulose Basal Medium)

$C_4H_{12}N_2O_6$	5 กรัม
KH_2PO_4	1 กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5 กรัม
Yeast extract	0.1 กรัม
$CaCl_2.2H_2O$	0.001 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. CMA (Corn Meal Agar)

Corn Meal Agar	18 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

7. Strach Agar

$NaNO_3$	2 กรัม
KCl	0.5 กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.01 กรัม
K_2HPO_4	1 กรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	0.01 กรัม
$CuSO_4.5H_2O$	0.005 กรัม
Strach	10 กรัม
Agar	12 กรัม
Distilled water	1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้