# การแยกและการคัดเลือกเชื้อราจากดินรอบราก และราเอนโดไฟต์ในข้าว เพื่อส่งเสริมการเจริญของข้าว ในดินชุดบางกอกและฉะเชิงเทรา

# ISOLATION AND SCREENING OF RHIZOSPHERE SOIL AND ENDOPHYTIC FUNGI ON RICE (*oryza sativa* L.) FOR GROWTH PROMOTING OF RICE IN BANGKOK AND CHACHOENGSAO SOIL SERIES

เธียรรัตน์ หลีวิจิตร

THIANRAT LEEWIJIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AG-M-065-242

# การแยกและการคัดเลือกเชื้อราจากดินรอบราก และราเอนโดไฟต์ในข้าว เพื่อส่งเสริมการเจริญของข้าว ในดินชุดบางกอกและฉะเชิงเทรา

# ISOLATION AND SCREENING OF RHIZOSPHERE SOIL AND ENDOPHYTIC FUNGI ON RICE (*oryza sativa* L.) FOR GROWTH PROMOTING OF RICE IN BANGKOK AND CHACHOENGSAO SOIL SERIES


**เธียรรัตน์ หลีวิจิตร**

**THIANRAT LEEWIJIT**


**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชา เกษตรศาสตร์**

**คณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2560**


**KMITL-2017-AG-M-065-242**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ISOLATION AND SCREENING OF RHIZOSPHERE SOIL AND ENDOPHYTIC FUNGI ON RICE (*oryza sativa* L.) FOR GROWTH PROMOTING OF RICE IN BANGKOK AND CHACHOENGSAO SOIL SERIES

**THIANRAT LEEWIJIT**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT**

**OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF**

**MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE**

**FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2017**

**KMITL-2017-AG-M-065-242**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2017**

**FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

---

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การแยกและคัดเลือกเชื้อราจากดินรอบราก และราเอนโดไฟต์ในข้าวเพื่อส่งเสริมการเจริญของข้าวในดินชุดบางกอกและฉะเชิงเทรา

Isolation and Screening of Rhizosphere Soil and Endophytic Fungi on Rice for Growth Promoting of Rice (*Oryza sativa* L.) in Bangkok and Chachoengsao Soil Series

**นักศึกษา** นางสาวเธียรรัตน์ หลีวิจิตร

**รหัสประจำตัว** 58604012

**ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** เกษตรศาสตร์

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** ผศ.ดร.วัฒนชัย พงษ์นาค

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง

ผศ.ดร.สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|---|---|---|
| รศ.ดร.เกษม | สร้อยทอง | |
| รศ.ดร.ชัยวัฒน์ | โตอนันต์ | |
| ผศ.ดร.สุพัตรา | โพธิ์เอี่ยม | |
| ผศ.ดร.ศรายุทธ | ผลโพธิ์ | |
| ผศ.ดร.วัฒนชัย | พงษ์นาค | |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ** 4 กรกฎาคม 2560

**สถานที่สอบ** ห้อง A 209 (ชั้น 2 ตึกเจ้าคุณทหาร)

**คณบดีรับรองแล้ว**

**(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)**

**คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**วันที่ 24 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **ชื่อเรื่อง** | การแยกและการคัดเลือกเชื้อราจากดินรอบราก และราเอนโดไฟต์ในข้าว เพื่อส่งเสริมการเจริญของข้าว ในดินชุดบางกอกและฉะเชิงเทรา |
| **นักศึกษา** | นางสาวเธียรรัตน์ หลีวิจิตร |
| **รหัสประจำตัว** | 58604012 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เกษตรศาสตร์ |
| **พ.ศ.** | 2560 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | ผศ. ดร. วัฒนชัย พงษ์นาค |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** | รศ. ดร. เกษม สร้อยทอง |
| | ผศ. ดร. สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม |

# บทคัดย่อ


จากการแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว จากดินชุดฉะเชิงเทรา และชุดบางกอก ด้วยวิธี Soil Plate พบเชื้อรา 9 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp. และ *Xylaria* sp. เชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 และสุพรรณบุรี1 จำนวน 8 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Trichoderma* sp. เชื้อราเอนโดนไฟต์บางสายพันธุ์ได้รับการยืนยัน โดยการจัดจำแนกเชื้อราทางเทคนิคชีววิทยาโมเลกุลด้วยเทคนิค PCR ตำแหน่ง ITS1-5.8S-ITS2 ด้วยชิ้นส่วนดีเอ็นเอประมาณ 400-500 คู่เบส เชื้อราสายพันธุ์เหล่านี้ได้รับการยืนยันว่า เป็นเชื้อรา *Chaetomium brasilense* (PT302), *Chaetomium globusum* (PT301) และ *Chaetomium Cupreum* (SP101)

สารสกัดหยาบและสารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Chaetomium* sp.ทำการทดสอบการเจริญเติบโตของข้าว พบว่า สารสกัด crude hexane ที่ความเข้มข้น 100 ppm จากเชื้อรา *ch. brasilense* ให้ความสูงของต้นและความยาวรากสูงสุดในข้าวสุพรรณบุรี1 สารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 100 ppm จากเชื้อรา *ch. brasilense* ให้ความสูงของต้นและความยาวรากสูงสุดในข้าวปทุมธานี80 นอกจากนี้สารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 500 ppm จากเชื้อรา *ch. globosum* ที่ทำการทดสอบในข้าวสุพรรณบุรี1 จะให้ความสูงของต้นและความยาวรากสูงสุด สารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 100 ppm จากเชื้อรา *ch. globosum* จะให้ความสูงของต้นและความยาวรากสูงสุด แต่สารสกัด crude ethyl



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้ความยาวรากสูงสุด สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *ch. cupreum* ทำการทดสอบในข้าวสุพรรณบุรี1 พบว่า สารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 500 ppm ให้ความสูงของต้น และสารสกัด crude hexane ให้ความยาวรากสูงสุด อย่างไรก็ตาม ข้าวปทุมธานี80 ที่ทำการทดสอบด้วย สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. Cupreum* ผลการทดลองพบว่า สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้ความสูงของต้นและสารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 50 ppm ให้ความยาวรากที่สูงที่สุด

สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *ch. brasilense* ทำการทดสอบในข้าวสุพรรณบุรี1 พบว่า สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm ให้ความสูงของต้นและความยาวรากสูงสุด แต่เมื่อทำการทดสอบในข้าวปทุมธานี 80 พบว่า nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm ให้ความสูงของต้น และสาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm มีความยาวรากสูงสุด สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. globusum* ทำการทดสอบในข้าวสุพรรณบุรี1 ผลการทดลองพบว่า สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm ให้ความยาวรากสูง และสาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 3 ppm ให้ความสูงของต้นที่สูงที่สุด สารอนุภาคนาโนจาก *Ch. globusum* ทำการทดสอบในข้าวปทุมธานี80 พบว่า สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 1 ppm ให้ความสูงของต้นและความยาวรากที่สูงสุด สารอนุภาคนาโน จาก *ch. cupreum* คือ สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีความยาวรากสูงสุดในข้าวสุพรรณบุรี1 และสาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 3 ppm ให้ความสูงของต้นสูงสุด สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *ch. cupreum* ทดสอบในข้าวปทุมธานี80 พบว่า สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm ให้ความสูงของต้นสูงสุด และ สาร nano-CBH ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีความยาวรากสูงสุด

ข้าวปทุมธานี 80 และสุพรรณบุรี1 ปลูกในดินชุดฉะเชิงเทรา และชุดบางกอก เพื่อทดสอบการเจริญเติบโต พบว่า Crude-CB ให้ความสูงของลำต้น และจำนวนการแตกกอสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญที่อายุ 45 วัน ตามด้วย Nano-CB และ Spore suspension จากเชื้อรา *ch. brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis** | Isolation and Screening of Rhizosphere Soil and Endophytic Fungi from Rice (*Oryza sativa* L.) for Growth Promoting of Rice in Bangkok and Chachoengsao Soil Series |
| **Student** | Miss Thianrat Leewijit |
| **Student ID.** | 58604012 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Program** | Agriculture |
| **Year** | 2017 |
| **Thesis Advisor** | Asst. Prof. Dr. Wattanachai Pongnak |
| **Thesis Co-Advisor** | Assoc. Prof. Dr. Kasem Soytong |
| | Asst. Prof. Dr. Supattra Poeaim |


**ABSTRACT**

Isolation of rhizosphere soil fungi from rice planted in Chachoengsao and Bangkok soil series by soil plate technique found 9 species, *Aspergillus sp*., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp. and *Xylaria* sp. Endophytic fungi were found in rice var. Pathumthani 80 and Suphanburi 1 where were 8 species as follows:- *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. and *Trichoderma* sp. some of these endophytic fungi were confirmed identification by molecular phylogeny with PCR technique ITS1-5.8S-ITS2 with 400-500 bp. These species was molecular phylogenies confirmation as *Chaetomium brasilense* (PT302), *Chaetomium globusum* (PT301) and *Chaetomium Cupreum* (SP101)

Crude extract and nano-particle from *Chaetomium* sp. were tested for the growth of rice Results showed that crude hexane extract at 100 ppm from *ch. brasilense* gave significantly highest in plant height and most root length of rice var. Supanburi1. Crude methanol extract at 100 ppm from *ch. brasilense* gave significantly highest in plant height and most root length of rice var. Pathumthani 80. Moreover, crude methanol extract at 500 ppm from *ch. globosum* tested in rice var. Suphanburi 1 gave significantly highest in plant height and most root length. Crude methanol at 100 ppm from *ch. globosum* gave significantly highest in plant height and most root length but crude ethyl acetate



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

extract at 50 ppm gave the height in root length. The crude extracts from *ch. cupreum* tested in rice var. Suphanburi 1 revealed that crude methanol extract at 500 ppm gave significantly highest in plant height and crude hexane extract gave the highest in root length. However, rice var. Pathumthani 80 was tested with crude extract from *Ch. Cupreum*. Results showed that crude ethyl acetate extract at 50 ppm gave significantly highest in plant height and crude methanol extract at 50 ppm gave the hightest in the most length.

Nano-particles from *ch. brasilense* were tested in rice var. Suphanburi 1. It showed that nano-CBH at 5 ppm gave significantly highest in plant height and root length. But when testing in Pathumthani 80, it revealed that nano-CBH at 5 ppm gave the highest in plant height and nano-CBH at 5 ppm gave the highest root length. Nano-particles from *Ch. globusum* were tested to rice var. Suphanburi 1. Results showed that nano-CBH at 5 ppm gave the highest root length and nano-CBH at 3 ppm. gave the highest in plant height. Nano-particles from *Ch. globosum* were tested in rice var. Pathumthani 1. It showed that nano-CBH at 1 ppm gave significantly highest in plant height and root length. Nano-particles from *ch. cupreum* namely nano-CBH at 1 ppm gave the highest root length in rice var. Suphanburi 1, and nano-CBH at 3 ppm gave the highest in plant height. Nano-particles from *ch. cupreum* tested in Pathumthani 80 revealed that nano-CBH at 5 ppm gave the highest in plant height, and nano-CBH at 1 ppm gave the highest root length.

Rice var. Pathumthani 80 and Suphanburi 1 planted to Chachoengsao and Bangkok soil series which tested for the growth. Result showed that crude-CB gave significantly highest in plant height and number of tillers at 45 days and followed by nano-CB and spore suspension of *ch. brasilense* treatment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ “การแยกและการคัดเลือกเชื้อราจากดินรอบราก และราเอนโดไฟต์ของข้าว เพื่อส่งเสริมการเจริญของข้าว ในดินชุดบางกอกและชุดฉะเชิงเทรา” ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัฒนชัย พงษ์นาค ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อชี้แนะ ตลอดจนสนับสนุนในด้านต่างๆ และให้ประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เกษม สร้อยทอง ที่ได้ให้คำแนะนำ ปรึกษา ชี้แนะแนวทางตลอดจนควบคุมดูแลการปฏิบัติงาน เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน สถานที่ในการปฏิบัติงาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนปฏิบัติงานได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพัตรา โพธิ์เอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาชี้แนวทางในการแก้ปัญหา และช่วยตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี80 และศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ได้รับความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี1

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้า ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาในทุกด้านได้ดีเสมอมา รวมทั้งรุ่นพี่ น้อง และเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และเป็นทุกแรงผลักดันให้มีทุกวันนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวเธียรรัตน์ หลีวิจิตร

พฤษภาคม 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย…….……. I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….……. III

กิตติกรรมประกาศ……..... V

สารบัญ……..... IV

สารบัญตาราง……...… VIII

สารบัญภาพ……..… X

**บทที่ 1 บทนำ**……..…… 1

1.1 ความสำคัญและที่มา……...…… 1

1.2 วัตถุประสงค์……... 2

1.3 ผลที่คาดว่าได้รับ……..…… 2

**บทที่ 2 ทฤษฎีและความสำคัญของงานวิจัย**..... 3

2.1 ข้าว..... 3

2.1.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์..... 3

2.1.2 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1..... 4

2.1.3 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี80..... 5

2.2 การเจริญเติบโตของข้าว..... 5

2.3 ปัจจัยที่เหมาะสมในการปลูกข้าว..... 6

2.4 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor evaluation)…….. 6

2.4.1 การทดสอบการเจริญเติบโตและการประเมินความแข็งแรงของต้นกล้า

(Seedling growth and evaluation test) ..... 7

2.5 บทบาทจุลินทรีย์ในทางการเกษตร..... 8

2.6 เชื้อราเอนโดไฟต์ (Endophytic Fungi) ..... 8

2.6.1 วงจรชีวิตของเชื้อราเอนโดไฟต์..... 9

2.6.2 เชื้อราเอนโดไฟต์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช..... 11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


2.7 จุลินทรีย์รอบรากพืช (Rhizosphere) ..... 12

2.8 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟต์ (Bioactive Compounds) ..... 14

2.9 ดิน (Soil) ..... 15

2.9.1 ดินที่ใช้ปลูกข้าว (Paddy soils) ..... 16

2.9.2 ชุดดินบางกอก (Bangkok Series: Bk) ..... 16

2.9.3 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc) ..... 17

**บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ**..... 18

3.1 วัสดุอุปกรณ์ใช้ในการวิจัย..... 18

3.1.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง..... 18

3.1.2 ชุดดินทดลอง..... 18

3.2 วิธีการดำเนินงาน..... 18

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบราก และเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว..... 18 16

3.2.2 การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการศึกษาด้วยเทคนิคทางโมเลกุล..... 19

3.2.3 การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว..... 21

3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการงอกของเมล็ดข้าว..... 23

**บทที่ 4 ผลวิจัยและการอภิปรายผล**..... 26

4.1 การแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวและเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว..... 26

4.1.1 การแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว..... 26

4.1.2 การแยกและคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว..... 26

4.1.3 การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา..... 29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


4.1.4 การบ่งชี้เชื้อด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์..... 41

4.2 การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compouds) จากเชื้อรา..... 43

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 45

4.3.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ... 45

4.3.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch.globosum* ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 46

4.3.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ..... 47

4.3.4 ประสิทธิภาพของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 48

4.3.5 ประสิทธิภาพของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 49

4.3.6 ประสิทธิภาพของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 50

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80..... 75

4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทราในกระถางทดลอง ..... 75

4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ที่ดินชุดฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลอง..... 75

4.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในดินชุดบางกอก ในกระถางทดลอง..... 76

4.4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

**หน้า**


ข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง……...…… 76

4.4.5 การวิเคราะห์ธาตุอาหารจากดิน……...…… 90

**บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง**……...……..…… 92

**บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง**……...……..... 98

6.1 สรุปผลการวิจัย……...……...….. 98

เอกสารอ้างอิง……..…….…….. 99

ประวัติผู้เขียน……..……..... 111



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | คุณสมบัติของดินชุดบางกอก (Bangkok Series: Bk)…… | 17 |
| 2 | คุณสมบัติของดินชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)……..…… | 17 |
| 3 | สภาวะที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ ITS1 และ ITS4……. | 20 |
| 4 | การจำแนกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว..... | 27 |
| 5 | การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์จากชิ้นส่วนของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์…….…… | 28 |
| 6 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) จาก *Ch.brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน……..……. | 51 |
| 7 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……...……. | 52 |
| 8 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) จาก *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน…… | 53 |
| 9 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของ *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……..…….. | 54 |
| 10 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) จาก *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน..... | 55 |
| 11 | ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……. | 56 |
| 12 | ผลของอนุภาคนาโน(Nano-Particles) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี 1 เป็นระยะเวลา 7 วัน…….…….. | 57 |
| 13 | ผลของอนุภาคนาโน(Nano-Particles) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 58 |
| 14 | ผลของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7วัน……..… | 59 |
| 15 | ผลของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……...……. | 60 |
| 16 | ผลของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน……...…… | 61 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 17 | ผลของอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน……...……. | 62 |
| 18 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลอง……...…… | 77 |
| 19 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ทำการทดสอบในชุดดินฉะเชิงเทรา ลงในกระถางทดลอง……....…… | 80 |
| 20 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ทำการทดสอบในชุดดินบางกอก ลงในลงกระถางทดลอง……..…… | 83 |
| 21 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง……. | 86 |
| 22 | สมบัติของดินและคุณสมบัติทางเคมีของดินชุดฉะเชิงเทรา และชุดดินบางกอก……..... | 90 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ลักษณะส่วนต่างๆ ของข้าว (*Oryza sativa* L.) 1) ส่วนโคนของลำต้นที่มีรากเจริญออกมา 2) ลิ้นใบ (Ligule) และเขี้ยวใบ (Auricle) 3) ช่อดอกแบบแยกแขนง (Panicle) 4) ดอกย่อย 5) ส่วนของเกสรเพศเมีย 6) ช่อดอกที่ดอกย่อยพัฒนาเป็นผลแก่แล้ว..... | 4 |
| 2 | วงจรชีวิตของ Epichloe festucae ที่มีการถ่ายทอดแบบ alternative vertical และแบบ horizontal transmission..... | 10 |
| 3 | แผนผังแสดงการสกัดสารจากเชื้อราที่ได้ทำการคัดเลือก..... | 22 |
| 4 | ลักษณะของเชื้อรา *Xylaria* spp. ..... | 29 |
| 5 | ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma* sp……..……. | 30 |
| 6 | ลักษณะของเชื้อรา *Aspergillus niger*……..…….. | 31 |
| 7 | ลักษณะของเชื้อรา *Pythium* sp…….. | 32 |
| 8 | ลักษณะของเชื้อรา *Colletotrichum* sp……..…….. | 33 |
| 9 | ลักษณะของเชื้อรา *Fusarium* sp……..…….. | 34 |
| 10 | ลักษณะของเชื้อรา *Curvularia lunata*……..……. | 35 |
| 11 | ลักษณะของเชื้อรา *Rhizopus* sp……..…… | 36 |
| 12 | ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* sp……..…… | 37 |
| 13 | ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium globosum*…….. | 38 |
| 14 | ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium cupreum* ……..... | 39 |
| 15 | ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense*……..…….. | 40 |
| 16 | Phylogenetic tree ของเชื้อรา *Chaetomium* sp. เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR บริเวณ ITS โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี Neighbor-Joining method และทดสอบด้วยค่าbootstrap 1,000 ซ้ำด้วยโปรแกรม MEGA 7……..…… | 42 |
| 17 | สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ 3 ชนิด A = สารสกัดหยาบ *Ch.brasilense*, B = สารสกัดหยาบ *Ch.globosum*, C = สารสกัดหยาบ *Ch.cupreum*, D = อนุภาคนาโน *Ch.brasilense,* E = อนุภาคนาโน *Ch.globosum*, F = อนุภาคนาโน *Ch.cupreum*……..… | 44 |
| 18 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..…. | 63 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 19 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน..... | 64 |
| 20 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 65 |
| 21 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 66 |
| 22 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 67 |
| 23 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 68 |
| 24 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..… | 69 |
| 25 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน(Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..…. | 70 |
| 26 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน (Nano-Particles)ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 71 |
| 27 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 72 |
| 28 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 73 |
| 29 | ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน……..….. | 74 |
| 30 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ที่ทำการทดสอบในชุดดินฉะเชิงเทราลงในกระถางทดลอง..... | 77 |
| 31 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R = จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโน จากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*……..... | 78 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 32 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R = จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโน จากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*…….…….. | 78 |
| 33 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R = จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโน จากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*…….….. | 78 |
| 34 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R = จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโน จากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*…….…….. | 79 |
| 35 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ทำการทดสอบในชุดดินฉะเชิงเทรา ลงในกระถางทดลอง..... | |
| 36 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี 80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*..... | 79<br>80 |
| 37 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี 80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*..... | 81 |
| 38 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี 80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*..... | 81 |
| 39 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี 80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย | |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| | 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*..... | 82 |
| 40 | แสดงการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในลงกระถางทดลอง..... | 83 |
| 41 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*..... | 84 |
| 42 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*..... | 84 |
| 43 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*..... | 85 |
| 44 | การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*..... | 85 |
| 45 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ที่ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง…… | 86 |
| 46 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*……... | 87 |
| 47 | การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*……..….. | 87 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**


48 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง ที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*…….…….. 87

49 แสดงการเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง ที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T3 = อนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense,* T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*……..…… 87

50 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ที่ในชุดดินฉะเชิงเทราและดินชุดบางกอก ลงในกระถางทดลอง……... 89



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มา

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักที่สำคัญสำหรับมนุษย์ และเป็นอาหารหลักของคนไทยมาช้านาน ประเทศไทยนั้นจัดเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก (ในระหว่างปี พ.ศ. 2556-2559) ซึ่งประชากรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพทำนา และทำการเพาะปลูกข้าว เพื่อใช้ในการบริโภค สำหรับประเทศไทยจะมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 69.5 ล้านไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณปีละ 462 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมการข้าว. 2558) จะยังมีการเพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากข้าวมีราคาที่ดี จึงทำให้เกษตรกรมีการขยายพื้นที่สำหรับปลูกข้าวเพิ่มมากขึ้น มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอต่อการเจริญเติบโต จึงทำให้ข้าวมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น แต่ยังพบปัญหาในการปลูกข้าวในประเทศไทย ได้แก่ ผลผลิตคุณภาพของข้าวอยู่ในระดับต่ำ โดยพบว่า โรคพืชและแมลงเป็นสาเหตุหนึ่งของการทำให้ข้าวมีคุณภาพลดลง โดยการปลูกข้าวจะมีโรคหลายชนิดเข้ามาทำลาย โรคเหล่านี้อาจนำความเสียหายให้กับข้าวได้ ในการป้องกันกำจัดโรคข้าว มักใช้สารเคมีในการควบคุมโรค แต่ถ้าใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดความต้านทานของโรคพืชได้ (Suzuki *et al.* 2010) และยังเกิดปัญหาดินเสื่อมสภาพ ซึ่งเกิดจากส่วนใหญ่มักจะใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อช่วยในการเพิ่มผลผลิตและเร่งให้มีปริมาณที่มากขึ้น รวมถึงการใช้สารเคมีต่าง ๆ ยังทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาจทำให้สารเคมีตกค้างอยู่ในต้นข้าว และในระบบนิเวศของนาข้าว (Naik *et al.* 2009) รวมถึงดินส่วนที่สัมผัสกับรากหรือบริเวณรอบรากพืช (Rhizosphere) บริเวณนี้จะเป็นส่วนที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์อยู่หนาแน่น ซึ่งวิธีเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อปัญหาสภาพแวดล้อมและความหลายหลายทางชีวภาพระยะยาวได้ และเชื้อรากลุ่มเอนโดไฟต์ (Endophyte) ที่เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชบริเวณราก ลำต้น ใบ และกิ่ง โดยที่ไม่ก่อให้เกิดโรคต่อพืช โดยจะอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (Mutualistic Symbiosis) ต้นพืชให้อาหารและที่อยู่อาศัยแก่เชื้อราเอนโดไฟต์ ในขณะเดียวกันเอนไซม์ไฟเทสที่สร้างจากเชื้อราเอนโดไฟต์สามารถย่อยสารไฟติค (Phytic) ให้กลายเป็นสารฟอสฟอรัสที่พืชสามารถนำไปใช้โดยตรง ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตต่อการผลิตพืช นับว่าเป็นการให้ปุ๋ยแก่พืชในอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งพบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์จะมีศักยภาพในการใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพสำหรับพืชได้อีกด้วย และประโยชน์ที่สำคัญของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินบริเวณรอบรากของพืช ยังมีบทบาทในการส่งเสริมการเจริญของพืชที่เรียกว่า Plant Growth Promoting (PGP) (Hayat *et al.* 2010) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยตรึงไนโตรเจน ผลิตฮอร์โมนพืช ช่วยให้รากมีพื้นที่ผิวมากขึ้น มีความสามารถในการเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำและธาตุอาหาร สร้างวิตามินได้เพิ่มสูงขึ้น (Rodriguez *et al*. 2009; Strobel *et al*. 2004) ได้แก่ *Chaetomium* sp., *Gliocladium* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* spp. (เกษม สร้อยทอง. 2532; จิระเดช แจ่มสว่าง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2552) จุลินทรีย์นี้จะมีกลไกหลายอย่างที่ช่วยในการส่งเสริมการเจริญของพืช จะผลิตหรือสร้างสารที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ นอกจากนี้ยังมีการรายงาน พบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์สามารถผลิตสารทุติยภูมิ ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคในพืชได้ (Verma *et al.* 2009) หรือจุลินทรีย์สามารถช่วยเปลี่ยนรูปธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญที่มีอยู่ในดิน เพื่อให้พืชสามารถดูดซึม และนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ จากลักษณะของข้าวที่มีระบบรากฝอยช่วยในการเจริญเติบโต ดังนั้นการดูดน้ำและแร่ธาตุของข้าวจึงจะต้องพึ่งพาอาศัยจุลินทรีย์ในดินและเชื้อจุลินทรีย์เอนโดไฟต์ในการทำหน้าที่ช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าว (Phosri *et al*. 2010) และสามารถใช้จุลินทรีย์ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ลดสารเคมีตกค้าง และรักษาระบบคุณภาพของดินในระยะยาว

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำการแยกและจำแนกชนิดความหลากหลายของเชื้อราเอนโดไฟต์ในดินบริเวณรอบรากข้าวที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพโดยสกัดเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compouds) เพื่อใช้ส่งเสริมการเจริญต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญของต้นข้าว สามารถที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยไม่ทำลายระบบนิเวศในดินให้เสียสภาพ ที่มีสาเหตุมาจากการใช้สารเคมี ลดต้นทุนการผลิต และสามารถนำประโยชน์ของจุลินทรีย์มาประยุกต์ใช้พัฒนาทางด้านเกษตรกรรมต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อแยกและจัดจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรากข้าวที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต

1.2.2 คัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว โดยสารสกัดออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการงอกของเมล็ดข้าว และการเจริญของข้าว

## 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 สามารถรวบรวม แยกและจัดจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรากข้าวที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต

1.3.2 สามารถนำเชื้อราที่ได้จาการคัดเลือกสายพันธุ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว โดยนำมาสารสกัดออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds)

1.3.3 สามารถทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการงอกของเมล็ดข้าว และการเจริญของข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# เอกสารที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก ประชากรมากกว่าหนึ่งในสามของโลกบริโภคข้าวเป็นหลัก โดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชีย นิยมรับประทานข้าวเป็นอาหารหลักมากกว่าในภูมิภาคอื่นๆ ของโลก ข้าวที่นิยมปลูก เพื่อบริโภคมีอยู่ 2 ชนิด คือ ข้าว *Oryza glaberrima* ปลูกในทวีปแอฟริกา และข้าว *Oryza sativa* ปลูกทั่วไปๆ ทุกประเทศ โดยข้าวที่ทำการค้าขายกันในตลาดโลกส่วนใหญ่เป็นข้าว *Oryza sativa* ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามแหล่งปลูก คือ ข้าว Indica มีลักษณะเมล็ดยาวรี เป็นข้าวที่ปลูกในเอเชียเขตมรสุม ข้าว Japonica มีลักษณะเมล็ดป้อมกลมรี รวงแน่น ปลูกในเขตอบอุ่น และข้าว Javanica เป็นข้าวที่มีลักษณะเมล็ดป้อมใหญ่ รวงยาว ปลูกในประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ แต่ไม่ได้รับความนิยม เพราะให้ผลผลิตต่ำ (ปิยะนันท์ อึ้งทรงธรรม. 2543) ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นข้าว Indica ซึ่งแบ่งออกเป็น ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ประกอบด้วยหลายพันธุ์ โดยมีการพัฒนาสายพันธุ์ขึ้นมาใหม่ รวมกับข้าวพันธุ์พื้นเมืองเดิม พันธุ์ข้าวเหล่านี้ มีทั้งชนิดข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ทั้งพันธุ์ที่ปลูกเฉพาะนาปี และปลูกได้ตลอดปี บางสายพันธุ์เป็นข้าวหอม พันธุ์ข้าวส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคและแมลงที่สำคัญ มีคุณภาพการหุงต้มตามความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตาม งานปรับปรุงดูแลพันธุ์ข้าวยังคงต้องดำเนินการต่อไปอย่างต่อเนื่อง (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2555)

### 2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

**Kingdom :** Plantae

**Division :** Spermatohyta

**Class :** Angiospermae

**Subclass :** Monocotyledonae

**Family :** Gramineae หรือ Poaceae

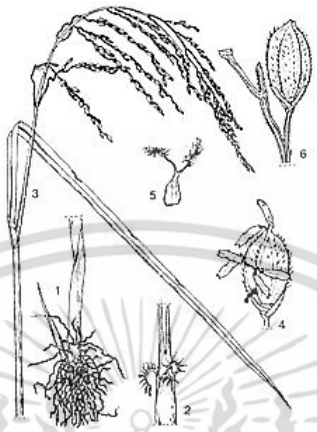
**Genus :** Oryza

**Species :** sativa ( Plants Database USDA. 2006)

Vergara and Datta (1996) ได้รายงานว่า ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่มีความสูง 80-130 เซนติเมตร ซึ่งสามารถเจริญเติบโตในสภาพน้ำท่วมขัง ระบบรากฝอย และมีรากพิเศษเจริญออกมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนโคนของลำต้น มีการแตกเป็นกอ ลำต้นมีข้อปล้องชัดเจน จำนวนข้อของลำต้นขึ้นกับพันธุ์และฤดูกาลในการเติบโต และยังมีรากพิเศษเจริญออกมาจากข้อของลำต้น ส่วนใบมีการเรียงใบแบบสลับ โดยจะเรียงเป็นสองแถวทางด้านข้างของลำต้น มีกาบใบหุ้มลำต้นซ้อนขึ้นไปเรื่อยๆ จนปกคลุมส่วนปล้องของลำต้นไว้มิดชิด




**ภาพที่ 1** แสดงลักษณะส่วนต่างๆ ของข้าว (*Oryza sativa* L.) 1) ส่วนโคนของลำต้นที่มีรากเจริญออกมา 2) ลิ้นใบ (Ligule) และเขี้ยวใบ (Auricle) 3) ช่อดอกแบบแยกแขนง (Panicle) 4) ดอกย่อย 5) ส่วนของเกสรเพศเมีย 6) ช่อดอกที่ดอกย่อยพัฒนาเป็นผลแก่แล้ว (Vergara and Datta. 1996)

ช่อดอกเป็นแบบช่อแยกแขนง ขึ้นกับพันธุ์ แต่ละช่อดอกย่อยที่อยู่ส่วนปลายสุดของช่อดอกส่วนปลายของเกสรเพศเมียแยกออกเป็น 2 แฉก และมีขนเป็นพู่ ช่อดอกที่นิยมเรียกว่า รวง เป็นพืชผสมตัวเอง มีผลแบบธัญพืช (Caryopsis หรือ Grain) มีขนาด รูปร่าง และสีสันแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ผลหรือเมล็ดยาว 5-7.5 มิลลิเมตร กว้าง 2-3.5 มิลลิเมตร รูปร่างส่วนใหญ่มักเป็นรูปทรงคล้ายรูปไข่ รูปรี หรือ ทรงกระบอก สีของกาบบนและกาบล่างหรือที่เรียกว่า แกลบ ซึ่งห่อหุ้มผลนั้น พบว่า มีตั้งแต่สีเหลืองปนขาว จนถึงน้ำตาลและน้ำตาลดำ (ชาญ มงคล. 2536) (ภาพที่ 1)

**2.1.2 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1**

เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าหอม ที่ได้รับการรับรองพันธุ์จากคณะกรรมการวิจัยและพัฒนากรมวิชาการเกษตรให้ชื่อว่า ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี โดยข้าวสุพรรณบุรี 1 (Suphan Buri 1) นั้นเป็นข้าวเจ้าที่เกิดจากการผสมพันธุ์ มีลักษณะเด่นประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเจ้านาสวน สูงประมาณ 125 เซนติเมตร ไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน ลักษณะทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ทำให้ต้านทานลมในช่วงฤดูหนาวได้ดี ใบมีสีเขียวเข้ม มีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาวค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น สำหรับเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จะมีสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดจะประมาณ 22 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดเป็นข้าวเมล็ดยาว ที่มีปริมาณอะมิโลส 29% เมื่อหุงสุกแล้วคุณภาพข้าวสุกจะมีลักษณะร่าน แข็ง เหมาะกับการนำไปทำเป็นข้าวผัด ยังเป็นที่ต้องการของโลกและขายได้ราคาดี และยังค่อนข้างต้านทานโรคขอบใบแห้ง ค่อนข้างต้านทานเพลี้ยกระโดดหลังขาว ตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนดี (สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว. 2555)

**2.1.3 ข้าวพันธุ์ปทุมธานี80**

เป็นพันธุ์ข้าวเจ้าที่ได้รับการผสมพันธุ์ เป็นข้าวเจ้าไมไวต่อช่วงแสง ลักษณะลำต้น ทรงกอตั้ง ต้นแข็งไม่ล้มง่าย ต้นสูงเฉลี่ย 117 เซนติเมตร ใบสีเขียว กาบใบสีเขียว ใบธงตั้ง ใบธงยาว ใบแก่เร็ว ช่อดอกเกสรตัวเมียสีขาว คอรวงยาว รวงแน่นปานกลาง ลักษณะเมล็ด จะมีเปลือกเมล็ดสีฟาง เมล็ดไม่มีหาง ข้าวกล้องสีขาว เป็นท้องไข่น้อย รูปร่างเรียว อายุเก็บเกี่ยว 118 วัน เมื่อปลูกโดยวิธีปักดำ และ 11 วัน เมื่อปลูกโดยวิธีหวานน้ำตม ระยะพักตัวของเมล็ด 5 สัปดาห์ มีปริมาณอะมิโลส 27.3-29.8 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง ไม่หอม มีข้อเสียคือ จะอ่อนแอต่อโรคไหม้ โรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม เหมาะสำหรับปลูกในเขตนาชลประทานภาคกลาง ลักษณะเด่นพิเศษ คือจะมีคุณภาพเมล็ดทางกายภาพสม่ำเสมอ ต้านทานต่อเพลียกระโดดหลังขาว ค่อนข้างต้านทานตอเพลียกระโดดสีน้ำตาล โรคขอบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเมล็ดด่าง (สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว. 2555)

## 2.2 การเจริญเติบโตของข้าว

อาภากร หล่องทองหลาง (2553) รายงานว่า การเจริญเติบโตของข้าวมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มนับจากการงอกของกล้าจากเมล็ดไปถึงระยะเก็บเกี่ยว การเจริญเติบโตแบ่งได้เป็น 4 ระยะ คือ ระยะกล้า (Seedling stage) นับจากงอกจากเมล็ดจนกระทั่งข้าวเริ่มแตกกอ ซึ่งกินเวลาประมาณ 20 วัน ข้าวมี 5-6 ใบ ต่อมาจะเป็นระยะแตกกอ (Tillering stage) ที่ข้าวเริ่มแตกกอจนกระทั่งต้นข้าวสร้างดอกอ่อน ซึ่งต่อจากระยะกล้าไปอีก 30-50 วัน ถ้าเป็นข้าวพันธุ์ไวแสง ช่วงนี้จะยาวออก โดยรอวันที่มีช่วงสั้นลงจนถึงช่วงวิกฤต ระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) นับจากการสร้างดอกอ่อน เริ่มจากการเปลี่ยนจากต้นแบนมาเป็นต้นกลม สร้างจุดกำเนิดช่อดอก (Premordium of panicle) ต่อจากนั้นสร้างช่อดอก (Panicle initiation) ดอกอ่อนจะขยายตัวใหญ่ขึ้นเป็นระยะตั้งท้อง (Booting stage) เกิดช่อดอกที่สมบูรณ์อยู่ในการห่อหุ้มของใบธง (Flag leaf) เมื่อข้าวตั้งท้องเต็มที่แล้ว จะส่งช่อดอกออกจากกาบใบ ต่อจากนั้นจะผสมระหว่างละอองเกสร และดอกตัวเมียภายในดอกเดียวกันแล้วดอกก็บานออก เป็นการสิ้นสุดระยะสืบพันธุ์ และระยะสุกแก่ (Ripening stage) ภายหลังการผสมเมล็ดจะพัฒนาผ่านระยะน้ำนม (Milky stage) ระยะแป้ง (Dough stage) และระยะสุกแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ปัจจัยที่เหมาะสมในการปลูกข้าว

กรมวิชาเกษตร (2555) รายงานว่า ข้าวเป็นพืชที่สามารถปรับตัวได้กว้าง สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำขัง และในสภาพไร่ที่ไม่มีน้ำขัง เป็นพืชที่ชอบดินด่าง (pH < 7) แต่สามารถเจริญเติบโตได้ในช่วง pH 3-10 ที่มีปริมาณมีน้ำฝนตั้งแต่ 200 มิลลิเมตรขึ้นไป ข้าวจะมีความต้องการน้ำ ตั้งแต่ระยะเพาะปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว (De Datta. 1981) รวมถึงสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว ได้แก่ ความสูงของพื้นที่ ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปานกลางจนถึงสูงที่ 2,500 เมตร ดินใช้ในการปลูกข้าวได้แก่ ดินเหนียว และเหนียวปนร่วน ยกเว้นดินทราย มีความเป็นกรดและด่าง และการปลูกข้าวยังมีความต้องการแสงอาทิตย์ เพื่อช่วยในการสังเคราะห์แสง ยังมีผลต่อการเจริญทางการสืบพันธุ์ของข้าวไวแสง แสงแดดมีความจำเป็นมาก ช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว รวมถึงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และลม มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการให้ผลผลิต พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในระหว่าง 25-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น และพบอีกว่า อุณหภูมิที่สูงเกินไปและต่ำเกินไปช่วงที่มีการออก ดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ

ส่วนอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตของข้าว อุณหภูมิสูงมักทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิเย็นในเวลากลางคืนทำให้เกิดน้ำค้างสูงจะมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อโรคของข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ได้ และลม จะช่วยให้มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าลมแรงจะมีผลโดยตรงทำให้ต้นข้าวหักล้ม เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้ โดยที่จะสามารถปลูกข้าวได้ตลอดปี แต่ควรหลีกเลี่ยงช่วงการปลูกที่ต้นข้าวจะออกดอก ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส และหลีกเลี่ยงการปลูกที่ต้องเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฝนชุก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำเป็นต้องวางแผนการปลูกที่เหมาะสม ควบคุมปัจจัยต่างๆ ช่วยส่งผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตสูงขึ้นได้

## 2.4 การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ (Seed vigor evaluation)

Miller (1975) รายงานว่า การงอกของเมล็ดพันธุ์มีความสำคัญต่อเกษตรกรมาก โดยมีความที่จำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ในการขยายพันธุ์พืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วต่างๆ จะต้องมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูง เนื่องจากคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะดี ขึ้นอยู่กับระดับความเสื่อมของเมล็ด กรมการข้าว.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2532) รายงานอีกว่า การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์แบบหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพื่อใช้ประเมินค่าความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ เมื่อนำไปปลูกในแปลง หรือประเมินความสามารถในการเก็บรักษา การทดสอบเมล็ดพันธุ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การผลิตและควบคุมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ สามารถวางแผนการปลูกและการใช้ประโยชน์ การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์มีด้วยกันหลายวิธี ได้ดังนี้

**2.4.1 การทดสอบการเจริญเติบโตและการประเมินความแข็งแรงของต้นกล้า (Seedling growth and evaluation test)** แบ่งออกเป็น

2.4.1.1 การวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling growth rate) ทดสอบได้กับเมล็ดพันธุ์ทุกชนิด มีหลักการว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า คือ เมล็ดที่มีคุณภาพ ย่อมให้ต้นกล้าที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง นอกจากนี้ต้นกล้ายังสามารถตั้งตัวได้ดีในแปลงปลูก มีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อต้น เมล็ดที่มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูง แสดงว่าเมล็ดมีความแข็งแรงมาก

$$\text{อัตราการเจริญของต้นกล้า} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

$$\text{อัตราการเจริญของต้นกล้า} = \frac{\text{ความยาวยอดอ่อนและรากอ่อน}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

2.4.1.2 การวัดดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination index หรือ Speed of germination) เป็นวิธีการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดจากอัตราการความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ มีหลักการคือ เมล็ดที่แข็งแรงย่อมงอกได้อย่างรวดเร็ว แต่เมล็ดพันธุ์ต้องไม่มีการพักตัวหรือการพักตัวสิ้นสุดแล้ว นับจากวันแรกที่เมล็ดงอก การประเมินผลค่าดัชนีการงอกได้จากผลรวมของสัดส่วนระหว่างจำนวนต้นกล้าที่งอกต่อจำนวนวันหลังเพาะ

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์} = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนต้นกล้าที่งอก}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}}$$

2.4.1.3 การหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า (Seedling dry weight) เป็นการตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ โดยใช้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าเป็นเกณฑ์ มีหลักการว่า เมล็ดที่มีความแข็งแรงย่อมให้กล้าที่เจริญเติบโตดี ให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4 การจำแนกความแข็งแรงของต้นกล้า (Seedling vigor classification) เป็นการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยใช้ลักษณะความปกติของต้นกล้า (Normal) และความผิดปกติของต้นกล้า (Abnormal) เป็นเกณฑ์ ประเมินผลโดยการจัดแบ่งกลุ่มหรือจำแนกต้นกล้าที่ปกติออกเป็นต้นกล้าที่แข็งแรง ส่วนต้นกล้าที่ผิดปกติเป็นกล้าที่ไม่แข็งแรง โดยใช้ลักษณะความบกพร่องทางสัณฐานวิทยาของต้นกล้า

## 2.5 บทบาทจุลินทรีย์ในทางการเกษตร

จุลินทรีย์มีหลายชนิด ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา แอคติโนมัยซิท สาหร่าย โปรโตซัว ไมโครพลาสมาโรติเฟอร์ และไวรัส เป็นต้น จุลินทรีย์มีบทบาทและความสำคัญ ทั้งในแง่การเป็นประโยชน์และการเกิดโรค โดยจุลินทรีย์หลายชนิด อาจเป็นสาเหตุของโรคพืชและสัตว์ ทำให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตทางการเกษตร แต่จะมีจุลินทรีย์อีกหลายชนิดที่ทำหน้าที่ป้องกัน กำจัด และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น รวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช ยังมีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนทรัพยากรให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้ใหม่ในวัฏจักรของธาตุอาหาร โดยจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุสารอินทรีย์ต่างๆ (Organic Decomposition) ให้เป็นธาตุอาหารให้กลับอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น การย่อยสลายเศษซากพืชซากสัตว์ในดินให้อยู่ในรูปฮิวมัส เปลี่ยนจากรูปสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (Mineralization) สามารถเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช เช่น กระบวนการตรึงไนโตเจน ($N_2$ Fixation) และจุลินทรีย์ยังมีบทบาทในการสังเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เช่น บางชนิดสร้างกรดอนินทรีย์ ที่สามารถละลายแร่ธาตุอาหารพืชในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืช บางชนิดสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชหรือฮอร์โมน ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และยังสามารถผลิตสารต่างๆ รวมถึงสารปฏิชีวนะ และเอนไซม์ ( My Agriculture Information Bank. 2011)

## 2.6 เชื้อราเอนโดไฟต์ (Endophytic Fungi)

เชื้อราเอนโดไฟต์ คือ สิ่งมีชีวิตที่ในช่วงหนึ่ง หรือตลอดวงจรชีวิต สามารถอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชได้ อาจเป็นกลุ่มของแบคทีเรีย แอคทิโนมัยซีส เชื้อรา และปรสิตของพืช ซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะพบอยู่ในเนื้อเยื่อที่มีชีวิตของพืช สามารถแบ่งตัว เพิ่มจำนวนภายในเนื้อเยื่อโดยไม่ก่ออันตรายต่อพืชที่อาศัย (ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย. 2005) เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชบริเวณราก ลำต้น และกิ่ง โดยเชื้อราเอนโดไฟต์ และต้นพืชจะอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Mutualistic Symbiosis) ต้นพืชให้อาหารและที่อาศัยแก่เอนโดไฟต์ ในขณะเดียวกันเอนไซม์ไฟเทส (Phytase) ที่สร้างจากเอนโดไฟต์สามารถย่อยสารไฟติค (Phytic) ให้กลายเป็นสารฟอสฟอรัสที่พืชสามารถนำไปใช้โดยตรงในการเจริญเติบโต โดยที่นับปริมาณของฟอสฟอรัสอิสระที่อยู่ในธรรมชาติจะมีน้อยลง ทำให้พืชและสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศรษฐกิจที่ต้องการฟอสฟอรัสนั้น ไม่ได้รับปริมาณฟอสฟอรัสได้ตามปริมาณที่เพียงพอ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเติบโตต่อการผลิตพืชและสัตว์โดยรวมในที่สุด จะเป็นการให้ปุ๋ยแก่พืชในอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งพบว่าเชื้อราเอนโดไฟต์มีศักยภาพในการใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพได้ ประโยชน์ที่สำคัญของจุลินทรีย์เหล่านี้ยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัยอยู่รอบๆ บริเวณรากข้าว คือ ช่วยในการตรึงไนโตรเจน ผลิตฮอร์โมนพืช ช่วยให้รากมีพื้นที่ผิวมากขึ้นมีผลช่วยในการดูดน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น (Rodriguez *et al*. 2009; Strobel *et al*. 2004) และพบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ส่วนใหญ่สามารถใช้ส่วนประกอบของเซลล์พืช มีการสร้างเอนไซม์ และสร้างองค์ประกอบที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืช และสร้างสารที่สามารถใช้ประโยชน์ในทางเภสัชกรรม หรือทางเกษตรกรรมได้ (Bacon. 1977) นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์สามารถผลิตสารทุติยภูมิที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคในพืชหลากหลายชนิด (Vermar *et al*. 2009; Rahman และ Saiga. 2005) ปัจจุบันมีความพยายามที่จะควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biological control) เพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาจากการใช้สารเคมี โดยการใช้จุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มีการพัฒนาและส่งเสริม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการเกษตรชีวภาพและอินทรีย์นั้น ปัจจุบันมีการศึกษาแต่การพัฒนานำไปใช้จริงยังมีน้อย

**2.6.1 วงจรชีวิตของเชื้อราเอนโดไฟต์**

การถ่ายทอดของเชื้อราเอนโดไฟต์ไปสู่พืชต้นใหม่ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

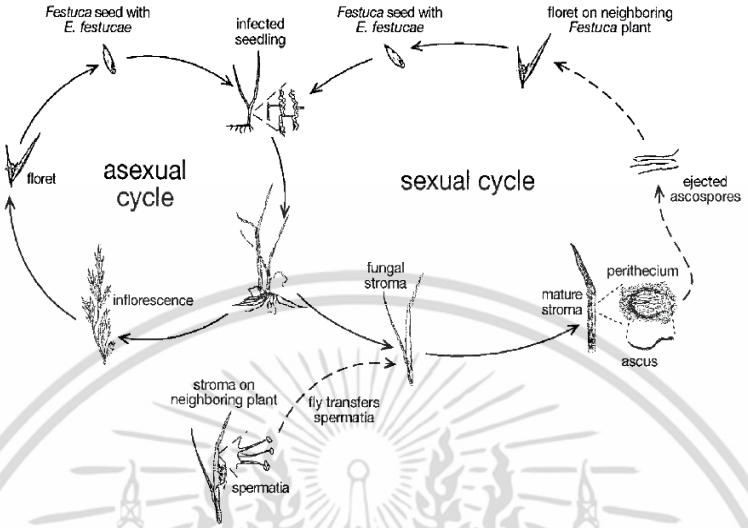
2.6.1.1 แบบ vertical transmission โดยเชื้อราถ่ายทอดผ่านทางเมล็ดพันธุ์

2.6.1.2 แบบ horizontal transmission โดยการแพร่กระจาย ของสปอร์ไปสู่พืชต้นใหม่ (Saikkonen *et al*. 2004) โดยเชื้อราเอนโดไฟต์ที่เป็นตัวอย่างของการศึกษาวงจรชีวิต ได้แก่ เชื้อรา *Epichloe festucae* Leuchtm. ซึ่งเป็นเอนโดไฟต์ของหญ้า *Festuca rubra* L. (ภาพที่ 2) เชื้อราจะสร้าง Perithecial stromata บริเวณช่อดอก และปลดปล่อย ascospore เข้าสู่หญ้าต้นใหม่ที่อยู่ใกล้เคียงผ่านทางดอกของหญ้า จากนั้นเส้นใยของเชื้อราเจริญไปสู่ส่วนออวุล (Ovule) และเจริญพร้อมกับการพัฒนาของเมล็ดหญ้า โดยเชื้อราเจริญอยู่ระหว่างชั้นแอลิวโรน (Aleurone) และเปลือกเมล็ด (Seed coat) จากนั้นเชื้อราเจริญเข้าสู่เอ็มบริโอ (Embryo) ของเมล็ด เมื่อเมล็ดงอกเป็นต้นอ่อน เส้นใยของเชื้อราจะเจริญไปพร้อมกับการเจริญเติบโตของพืช โดยเจริญอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์พืช เชื้อราสามารถเจริญไปสู่ส่วนของลำต้น ใบ และส่วนของกอที่แตกใหม่ เมื่อหญ้าอยู่ในระยะที่กำลังสร้างดอก เชื้อราเจริญไปสู่ ส่วนตาข้าง (Lateral bud) และก้านช่อดอก จากนั้นเชื้อราเจริญเข้าสู่เมล็ด และถ่ายทอดเชื้อไปยังต้นใหม่ต่อไปผ่านทางเมล็ดพันธุ์ (Clay and Schardl. 2002 ; Schardl *et al*. 2004)

Pinruan *et al*. (2010) ได้ศึกษาเชื้อราเอนโดไฟต์จากปาล์มน้ำมัน พบเชื้อราในกลุ่ม Xylariaceous และ Basidiomycete ส่วนในข้าว ได้มีการศึกษาเชื้อราเอนโดไฟต์จากส่วนต่างๆ เช่น ใบ กาบใบ ลำต้น พบเชื้อรา เช่น *Chaetomium globosum, Penicillium chrysogenum, Cladosporium cladosporioides* (Naik *et al.* 2009) *Acremonium* sp., *Alternara* sp., *Ampelomyces, Arthrinium,*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Aspergillus* sp., *Botryosphaeria* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomycetes* sp., *Pyricularia* sp., *Helminthosporium* sp. (Yuan *et al*. 2011; Tian *et al*. 2004)




**ภาพที่ 2** วงจรชีวิตของ *Epichloe festucae* ที่มีการถ่ายทอดแบบ alternative vertical และ แบบ horizontal transmission (Clay and Schardl. 2002)

Tian *et al*. (2004) รายงานว่า ข้าวเป็นแหล่งของเชื้อราเอนโดไฟต์ ที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืช ได้หลายชนิด เช่น *M. grisea, R. solani, Fusarium monliforme, Xanthomonas oryzae*, *Nigrospora oryzae, Macrophomina phaseolina, Phomasorghina* และ *Alternaria alternata*

เลขา มาโนช และคณะ (2554) ได้ค้นพบ เชื้อราบนข้าวโพด ข้าว และหญ้าหลายชนิดจากแหล่งต่างๆ โดยใช้วิธี Tissue Transplanting มีเชื้อรา 19 ชนิด ได้แก่ *Alternaria sp., Arthrinium sp., Beltrania rhombica, Bipolaris maydis, Curvularia akaiiensis, C. eragrostidis, C. lunata, C. pallescens, Curvularia* spp., *Drechslera australiensis, D. bicolor, D. carbonum, D. hawaiiensis, D. oryzae, D.turcica, Drechslera* spp., *Magnaporthe grisea, Nigrospora* spp. และ *Nodulosporium sp.* ศึกษาเชื้อราเอนโดไฟต์บนใบกล้วยไม้ดิน 3 ชนิด ได้แก่ *Colletotrichum, Nodulosporium* และ *Xylariaceae* และศึกษาราดิน บริเวณรอบรากกล้วยไม้ จำนวน 5 ชนิด โดยวิธีการ soil plate และใช้เมล็ดข้าวเป็นเหยื่อล่อ พบเชื้อรา 24 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus, Chaetomium, Cunninghamella echinulata, C. elegans, Eupenicillium, Fusarium, Gelasinospora, Gongronella, Hamigera, Monodictys, Mucor, Myrothecium verrucaria, Neurospora, Paecilomyces lilacinus, Papulospora*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*immersa, P.irregularis, Penicillium rubrum, Phomopsis, Rhizopus stolonifer, Syncephalastrum, Talaromyces, Thielaviopsis* และ *Trichoderma polysporum.*

สายทอง แก้วฉาย (2557) ศึกษาการแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากใบของข้าวหอมกระดังงา และการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อเชื้อรา *Pyricularia grisea* สาเหตุโรคไหม้ของข้าว ได้เชื้อราทั้งหมด 93 ไอโซเลท พบว่าเป็นเชื้อรา *Chaetomium* sp. (10.75%) *Penicillium* sp. (8.62%) *Aspergillus* sp. (6.45%) *Trichoderma* sp. (2.15%) และ *Xylaria* sp. (1.07%), *Fusarium* sp. (1.07%) *Colletotrichum* sp.(1.07%) และ sterile form ในการทดสอบการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ พบว่า ไอโซเลทที่มีเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. grisea* สาเหตุโรคไหม้ของข้าวมากที่สุด คือ เชื้อรา *Trichoderma* sp.

**2.6.2 เชื้อราเอนโดไฟต์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช**

เชื้อราที่สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชสามารถรับสารอาหารได้ดี มีการปรับตัวให้ทนต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เชื้อราเอนโดไฟต์จะเข้าไปอาศัย และเพิ่มจำนวนเป็นโคโลนี หรือเป็นกลุ่มไบโอฟิล์มอยู่ภายในเซลล์พืช (Ulrich *et al*. 2008) โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อพืช เชื้อราเอนโดไฟต์หลายชนิดจะผลิตสารเมตาบอไลท์ที่ป้องกันเชื้อก่อโรคให้กับพืช และสารเมตาบอไลท์ที่พบยังสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคในคน และสัตว์ได้อีกด้วย (Strobel *et al*. 2004) นอกจากนี้ เชื้อราเอนโดไฟต์ยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่พืช โดยวิธีทางตรง คือ เชื้อราจะผลิตฮอร์โมน (Phytohormones) เช่น Auxin, Cytokinin หรือ ผลิตเอนไซม์ 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylate (ACC) Deaminase ซึ่งจะลดปริมาณเอทิลลีนในพืช และวิธีทางอ้อม คือช่วยเพิ่มการนำเข้าของสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสเฟต หรือเหล็ก และช่วยป้องการติดเชื้อก่อโรค โดยการผลิตสารชีวภาพที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อปฏิปักษ์ ผลิตไซเดอร์โรฟอร์ และสารประกอบอื่นๆ เพื่อช่วยส่งเสริมการเจริญของพืช (Costa. 1994) เช่น เชื้อราเอนโดไฟต์ *Piriformospora indica* มีผลในการเพิ่มน้ำหนักของราก และยอดของพืชหลายชนิด (Verma *et al*. 1999) ในข้าวบาร์เลย์ที่ปลูกด้วยเชื้อรา *Piriformospora indica* จะมีความต้านทานต่อโรคกล้าไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium culmorum* และโรคราแป้ง ที่เกิดจากเชื้อรา *Blumeria graminis* และยังสามารถที่จะทำให้ข้าวบาร์เลย์ทนเค็ม และมีผลผลิตสูงกว่าต้นที่ไม่ได้ปลูกเชื้อรา (Waller *et al*. 2005) ส่วนข้าวสาลีที่ปลูกด้วยเชื้อรา *Chaetomium* spp. และ *Phoma* sp. มีความต้านทานต่อโรคราสนิม (*Puccinia triticina*) (Dingle and McGee. 2003)

ฤทัยรัตน์ คำแสน (2551) รายงานว่า เชื้อราเอนโดไฟต์อาศัยอยู่ในพืชแล้ว ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีความต้านทานต่อโรคมากขึ้น และแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากส่วนของราก ลำต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใบของพืชเศรษฐกิจ 3 ชนิดคือ มะเขือเทศ ส้ม และยางพารา ได้เชื้อราเอนโดไฟต์ทั้งหมด 298 ไอโซเลท การจำแนกในระดับ genus สามารถจำแนกได้เป็น 9 กลุ่ม คือ *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Papularia* spp., *Curvularia* spp., *Colletotrichum* spp., *Idriella* spp., *Nodulosporium* spp. และ *Geotrichum* spp.

พรทิพย์ แย้มสุวรรณ และคณะ (2557) ได้ศึกษาสารสกัดจากเชื้อ *Trichoderma* sp. ในการควบคุมเชื้อ *Rigidoporus microporus* สาเหตุโรครากขาวของยางพารา (*Hevea brasiliensis Muell*. Arg.) พบว่า เชื้อ *Trichoderma* spp. มีคุณสมบัติในการยับยั้ง เชื้อ *R. microporus* โดยมีประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อในการยับยั้งเส้นใย เชื้อ *R. microporus* สามารถที่จะผลิตสารและปลดปล่อยสารทุติยภูมิลงในอาหารเลี้ยงเชื้อและมีกลไกการยับยั้ง ได้แก่ การแข่งขันในด้านสารอาหาร สารปฏิชีวนะชนิดที่แพร่ในอาหารและสารระเหย และผลิตเอนไซม์ต่าง ๆ สารทุติยภูมิเชื้อ *Trichoderma* spp. สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Botrytis cinerea* สาเหตุโรคผลเน่าของมะเขือเทศได้อีกด้วย

กานต์ จิตสุวรรณรัตน์ และ อนันต์ วงเจริญ (2559) ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อความรุนแรงของโรคไหม้ของข้าว (*Magnaporthe oryzae*) นำมาทดสอบการยับยั้งเชื้อรา พบว่า *Daldinia eschscholtzii* เป็นเชื้อราเอนโดไฟต์ของข้าวสามารถยับยั้งการเจริญเส้นใยของ *M. oryzae* ได้อย่างสมบูรณ์ และมีกิจกรรมการยับยั้งแบบการเป็นปรสิตต่อเชื้อสาเหตุ ส่วนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* และ *T. ghanense* ทำให้ความรุนแรงของโรคลดลงในกล้าต้นข้าวที่ได้ทำการฉีดพ่นด้วยเชื้อราเอนโดไฟต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกล้าข้าวที่ไม่ได้ฉีดพ่น แสดงให้เห็นว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ที่ได้นั้นมีศักยภาพในการควบคุมโรคไหม้ของข้าว

เชื้อราเอนโดไฟต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญและมีชีวิตรอดของพืช เนื่องจากช่วยในการนำธาตุอาหารไปให้เซลล์พืชและยังช่วยสร้างสารเมทาบอไลท์ที่กระตุ้นการเจริญของพืช อาทิ gibberellins และ auxin ซึ่งมีการรายงานพบว่าเชื้อรา ในสกุล *Penicillium, Aspergillus* และ *Trichoderma* สามารถสร้างสารเมทาบอไลท์ในกลุ่ม Phytohormones แต่บางชนิดก็พบว่าสามารถสร้างสารที่เป็นพิษมีผลยับยั้งการเจริญของพืชได้ ได้แก่ *P. notatum*, *P. oxalicum*, *Aspergillus flavus*, *A. niger* และ *A. nidulans* โดยสารเมทาบอไลท์ ที่พบว่าเชื้อราสามารถได้มีทั้งกลุ่ม amino acid, cyclic peptides, aromatic, phenols, terpenoids (Khokhar *et al.* 2013; Jalander and Gachande. 2012)

## 2.7 จุลินทรีย์รอบรากพืช (Rhizosphere)

บริเวณรอบรากพืช (Rhizosphere) คือ พื้นที่ในดินส่วนที่สัมผัสกับราก หรือบริเวณรอบ ๆ รากพืช เป็นบริเวณนี้เป็นส่วนที่มีกิจกรรมของจุลินทรีย์อยู่หนาแน่น เนื่องจากรากพืชจะปลดปล่อยสารอินทรีย์ที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการอื่นๆ ภายในต้นพืชออกมาจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก ในบริเวณปลายของรากฝอยไปสู่อนุภาคของดินในบริเวณดังกล่าว (Brimecombe *et al*. 2007) เพราะฉะนั้นจึงทำให้บริเวณรอบรากพืชมีความหลากหลายของจุลินทรีย์สูงกว่าดินในบริเวณอื่น มีเชื้อรา มากกว่า 10-20 เท่า และแบคทีเรีย 2-20 เท่า (Morgan *et al*. 2005) จุลินทรีย์รอบรากพืชจะมีบทบาทอย่างมากในกระบวนการแปรสภาพอินทรียวัตถุในดิน (Soil rganic matter) ให้กลายเป็นธาตุอาหารจุลินทรีย์ในดินที่มีศักยภาพช่วยในการเพิ่มธาตุอาหารพืช ที่ช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับพืช โดยช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในปุ๋ยหมัก และทำการย่อยสลายสารพิษในดิน จุลินทรีย์ในดินจะเติบโต และสร้างกลุ่มรอบผิวราก หรือในรากพืชและช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (สุวรรณี แทนธานี. 2555) และยังพบว่า มีความสามารถในการเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำและแร่ธาตุ สร้างวิตามิน และสารส่งเสริมการเจริญของพืช เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และการต่อต้านเชื้อก่อโรคโดยการแข่งขันหรือสร้างสารปฏิชีวนะ สามารถควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biological control) เพื่อแก้ไขปัญหาจากการใช้สารเคมี โดยการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในกลุ่มของแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus* spp. และ *Pseudomonas* spp. (Brimecombe *et al*. 2007; Pagliaccia *et al*. 2007) และในกลุ่มของรา ได้แก่ *Chaetomium* sp., *Gliocladium* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* spp. (เกษม สร้อยทอง. 2532)

ณัฏฐา บุญคุ้มครอง (2557) ศึกษาความหลากหลายของเชื้อราบริเวณรอบรากอ้อย ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย โดยวิธี Soil Plate โดยใช้อาหาร Glucose Ammonium Nitrate agar (GAN) สามารถแยกได้เชื้อราบริเวณรอบรากอ้อยได้ 141 สายพันธุ์ จำแนกได้ 29 สกุล 10 ชนิด ได้แก่ Zygomycota 5 สายพันธุ์ (*Absidia* spp., *Cunninghamella* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp. และ *Syncephalastrum* sp.) และ Ascomycota 24 สายพันธุ์ (*Acremonium* sp., *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus, A. niger, A. terreus*, *Chaetomium crispatum, Chaetomium* spp., *Curvularia* spp., *Drechslera* spp., *Emericella* sp., *Emericella* sp., *Eupenicillium* spp., *Fusarium oxysporum*, *F. solani, Fusarium* spp., *Geotrichum* sp., *Humicola fuscoatra*, *Myrothecium cinctum*, *Papulaspora* sp., *Penicillium* spp., *Stachybotrys* sp., *Talaromyces* sp., *Thielavia terricola* และ *Trichoderma* spp.)

ชวิศา ทองรัตน์ และชนินันท์ พรสุริยา (2559) ศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์จากดินบริเวณรอบรากปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดตรัง ปัตตานี พังงา ภูเก็ต และสงขลา โดยการแยกราจากตัวอย่าง ด้วยวิธี Dilution Pour Plate ได้เชื้อจุลินทรีย์ 185 ไอโซเลท ซึ่งประกอบด้วยเชื้อรา 26 ชนิด ใน 16 สกุล ได้แก่ *Acremonium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Chrysosporium* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp., *Eupenicillium* spp., *Fusarium* spp., *Glioladium* sp., *Mucor* spp., *Paecilomyces* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Scopulariopsis* sp., *Talaromyces* spp. และ *Trichoderma* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟต์ (Bioactive Compounds)

วรรณฤดี หิรัญรัตน์ (2552) ได้รายงานว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) คือ สารซึ่งสามารถออกฤทธิ์ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งคน สัตว์ และพืช สารจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ ฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ฤทธิ์ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียก่อโรค ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็ง ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่างๆ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีต้องเป็นสารที่มีผลจำเพาะเจาะจงโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพส่วนใหญ่แยกได้จากพืช หรือกลุ่มเชื้อราในพืชอาจได้จากส่วน ดอก ผล หรือลำต้น ดังนั้นอาจต้องอาศัยการทำในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้สารเคมีและผ่านกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก และยังต้องใช้ทุนในการสังเคราะห์ค่อนข้างสูง ยังพบราเชื้อเอนโดไฟต์ (Endophytic Fungi) ที่อาศัยอยู่ในของพืช ด้วยภาวะพึ่งพาอาศัย โดยไม่ก่อให้เกิดโรคกับพืชอาศัยสามารถสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้ด้วยระยะเวลาซึ่งน้อยกว่าการสังเคราะห์สารในพืช และมีข้อจำกัดในการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติน้อยกว่าในพืช การเตรียมวัตถุดิบ หรือแยกสารจากราเชื้อเอนโดไฟต์สามารถทำได้ทุกฤดูกาล ดังนั้นการเลือกสกัดสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากราเอนโดไฟต์จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถแยกสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ อาจแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดี เพื่อนำสารเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร และการแพทย์

เลขา มาโนช และจินตนา ชะนะ (2539) รายงานว่า บทบาทสำคัญของเชื้อราทางการเกษตร ได้แก่ การย่อยสลายเศษพืชและอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ให้เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูก เชื้อราที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายซากพืช ได้แก่ *Helicosporium, Volutella, Wiesneriomyces* และ *Zygosporium* และเชื้อราที่มีรายงานว่า สร้างเอนไซม์ เซลลูเลส ได้แก่ *Chaetomium cupreum*, *Gilmaniella humicola, Memmaria echinobotryoides, Scytalidium lignicola, Trichoderma harmatum* และ *T. harzianum* เป็นต้น ได้รับการพัฒนาเป็นปุ๋ยชีวภาพซึ่งเป็นประโยชน์ทางการเกษตร

Johnston and Booth (1983) รายงานว่า จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Ch. globosum* ในการควบคุมเชื้อราต่างๆ และบางสายพันธุ์ เช่น *Ch. globosum, ch. cochliodea* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะควบคุมเชื้อโรคทางดิน และโรคที่ติดมากับเมล็ดของพืชได้ เช่น *Alternaria spp*., *Fusarium* spp. และ *Rhizoctonia* spp. ได้

อัจฉรียา ชมเชย (2559) ศึกษาเชื้อราเอนโดไฟต์ที่มีผลต่อการเจริญของต้นข้าวในกระถางปลูกเป็นเวลา 45 วัน พบว่า ต้นข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยเชื้อรา *Fusarium* sp. มีผลต่อการเจริญในส่วนความสูงของต้นข้าว การแตกกอ และน้ำหนักของต้นข้าว ส่วนในการทดลองของข้าวพิษณุโลก 1 พบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ *Fusarium* sp. มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าว มากกว่าความสูง ความยาวราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการแตกกอ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า บริเวณรากข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกด้วยเชื้อราเอนโดไฟต์ *Fusarium* sp. มีการเจริญของส่วนขนรากและรากแขนงของต้นข้าวได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

จากรายงานของ สายชล โนชัย และ สมบัติ ศรีชูวงศ์ (2550) พบว่า เมล็ดข้าวที่แช่ด้วยสปอร์ของเชื้อราเอนโดไฟต์ *Trichoderma s*pp. มีผลทำให้ต้นกล้าข้าวที่งอกมีการเจริญได้ดีกว่าชุดควบคุม อีกทั้งจากการรายงานของ อนันต์ วงเจริญ (2557) พบว่าเชื้อราที่สามารถสร้าง IAA สามารถช่วยเพิ่มความสูง ความยาวราก และน้ำหนักของต้นกล้าได้

Waqas *et al*. (2012) พบว่าต้นกล้าข้าวที่เมล็ดแช่ในน้ำเลี้ยงเซลล์ของเชื้อราเอนโดไฟต์ที่สามารถสร้าง IAA และ $GA_s$ ได้ปริมาณสูงซึ่งแยกได้จากข้าว มีการเจริญได้ดีกว่าในชุดการทดลองไม่แช่ด้วยเชื้อรา แสดงให้เห็นว่าเชื้อราเอนโดไฟต์เป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมและควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่อาศัย เนื่องจากเชื้อราเอนโดไฟต์สามารถสร้างสารเมทาบอไลท์ในกลุ่ม phytohormones ได้แก่ IAA, cytokinin และสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นให้พืชมีการดึงแร่ธาตุและสารอาหารต่าง เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสไปใช้ในการเจริญ (Ahmad *et al*. 2010)

Biswas *et al*. (2002) รายงานว่า การฉีดพ่นสารสกัดหยาบจาก *Ch. globosum* ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีในข้าวสาลี โดยคิดเป็นร้อยละ สำหรับปริมาณโปรตีนสูง (15.71%) ไนโตรเจน (2.90%) ในต้นกล้าข้าวสาลี ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนและไนโตรเจน และสามารถป้องกันเชื้อราก่อโรคในข้าว คือ *Drechslera sorokiniana*

## 2.9 ดิน (Soil)

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ (2550) รายงานว่า ดินส่วนใหญ่ที่พบในสภาพที่ลุ่มจะเป็นดินที่สามารถปลูกข้าว และยังพบอีกว่า ดินที่มีโครงสร้างถูกทำลายเนื่องจากการเตรียมดินในการปลูกพืชไร่อื่น ๆ ก็สามารถปลูกข้าวได้ดี เพราะในสภาพน้ำขัง ดินจะนิ่มสามารถทำให้รากหยั่งลึกลงไปได้ และธาตุอาหารก็สามารถเคลื่อนที่ไปยังรากพืชได้ง่าย สมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ มีความสำคัญต่อการปลูกข้าว ถ้ามี CEC สูง สามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ดี นอกจากนั้นข้าวยังได้รับธาตุอาหารบางตัว เช่น Si, K จากแหล่งน้ำต่างๆ และมีไนโตรเจนจากการตรึงโดยจุลินทรีย์ โดยสามารถแบ่งดินออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ดินที่ลุ่ม (Ground water soil) ดินจะอยู่ในสภาพเปียกในช่วงหนึ่งของปี จะมีอิทธิพลของน้ำใต้ดิน มักพบในพื้นที่ที่ต่ำ คือ บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปฐมวัย (Young delta) ได้แก่ บริเวณจังหวัดกรุงเทพมหานคร อยุธยา สุพรรณบุรี ปราจีนบุรี และบริเวณใกล้แม่น้ำที่มีลักษณะคดเคี้ยว ดินที่สูง (Upland soil) พบในสภาพพื้นที่ที่สูงขึ้น ซึ่งมีการระบายน้ำดี แต่น้ำก็จะนำเอาอนุภาคของดินและธาตุอาหารต่างๆไปยังพื้นที่ที่ต่ำกว่า นั่นก็คือดินอยู่ในสภาพที่ถูกชะล้างและสลายตัวได้ง่าย พวกนี้พบในบริเวณพื้นที่ตะกอนรูปพัด (Fan terrace complex) และแอ่งระหว่างภูเขา (Intermontane basin) พื้นที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห้งและดินไม่อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ บริเวณจังหวัดลพบุรี บางส่วนของ จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และน่าน และดินที่อยู่ระหว่างดินที่ลุ่มและดินที่สูง (Intermediate soil) ดินบริเวณนี้อยู่ระหว่างดิน 2 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว ทั้งในแง่ของสภาพพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ ดินนี้พบในบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปัจฉิมวัย (Old delta) พบได้ที่ พื้นที่ตอนบนของประเทศ

**2.9.1 ดินที่ใช้ปลูกข้าว (Paddy soils)**

Kyuma (2004) รายงานว่า ดินที่ใช้ปลูกข้าวจะแตกต่างจากดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ คือ ลักษณะของการปลูกข้าวที่มีน้ำขัง โดยประมาณ 80% ของพื้นที่ จะปลูกในสภาพน้ำขัง ถึงแม้ว่าจะมีพันธุ์ข้าวที่ปลูกได้ตั้งแต่ข้าวขึ้นน้ำจนถึงข้าวไร่ ข้าวไร่ให้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จึงกระทำในพื้นที่ที่ไม่สามารถขังน้ำได้ การปลูกข้าวในสภาพน้ำขังไม่เพียงต้องการให้น้ำแก่ข้าวเพื่อใช้ประโยชน์เหมือนพืชอื่นๆ เท่านั้น แต่สภาพของการที่มีน้ำขังมีประโยชน์ต่อข้าวดังนี้ เช่น ในแง่ของธาตุอาหารต่างๆจะละลายอยู่ในน้ำชลประทานที่ให้แก่ข้าว ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ใช้น้ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่อื่นๆ ดังนั้นจึงทำให้ข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำขังได้รับธาตุอาหารจากน้ำในปริมาณที่สูง การขังน้ำช่วยในการปรับอุณหภูมิให้กับข้าวที่จะประสบความเสียหาย เนื่องจากร้อนหรือหนาวเกินไป ยังในการช่วยกำจัดวัชพืช และยังสามารถการเกิดรีดักชัน ในสภาพที่มีน้ำขังทำให้ฟอสเฟตและเหล็กละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมและดูดซับอยู่ที่อนุภาคของดินเหนียว ซึ่งข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค และ nematode ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพน้ำขัง ดังนั้น การปลูกข้าวติดต่อกันระยะเวลายาวนาน ก็จะไม่มีปัญหาในเรื่องของโรคข้าว และธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำสามารถเคลื่อนที่ไปยังรากข้าว และทำให้ข้าวดูดไปใช้ได้ดี จะเห็นได้ว่า ข้าวเจริญเติบโตได้ดีถึงแม้ว่าจะปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและยังมีจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนที่อยู่ในสภาพน้ำขังเจริญเติบโตและทำงานได้ดีในนาข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชุ่มชื้น

**2.9.2 ชุดดินบางกอก (Bangkok Series: Bk)**

กรมพัฒนาที่ดิน (2548) รายงานว่า ชุดดินบางกอก ลักษณะของดินที่กระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย เป็นดินเหนียว มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินได้ช้า พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดินทำนา พบมากบริเวณภาคกลางตอนใต้ และพบในภาคใต้ สมบัติทางเคมีของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียว สีดำ มักพบจุดประสีน้ำตาล ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 6.0-6.5) จะพบดินเลนสีน้ำเงินที่มีปริมาณกำมะถันต่ำ มีเปลือกหอยปะปนตลอด จะพบรอยไถลในดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ชุดดินสมุทรปราการ และชุดดินบางเลน การใช้ประโยชน์ ทำนา ควรใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้นทั้งยังเพิ่มแร่ธาตุอาหารในดินให้แก่พืชอีกด้วย

**ตารางที่ 1** แสดงคุณสมบัติของดินชุดบางกอก (Bangkok Series: Bk)

| ความลึก (ซม.) | อินทรียวัตถุ | ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน | ความอิ่มตัวเบส | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ | โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ | ความอุดมสมบูรณ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-25 | ต่ำ | สูง | ปานกลาง | ต่ำ | สูง | ปานกลาง |
| 25-50 | ต่ำ | สูง | สูง | ต่ำ | สูง | ปานกลาง |
| 50-100 | ต่ำ | สูง | สูง | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |

**แหล่งที่มา :** กรมพัฒนาที่ดิน. (2548)

**2.8.3 ชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)**

กรมพัฒนาที่ดิน (2548) รายงานว่า ชุดดินฉะเชิงเทรา เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีเนื้อดินเป็นเหนียวเนื้อละเอียด ซึ่งเหมาะแก่การทำนา เป็นดินลึกที่มีการระบายน้ำเลว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินได้ช้า มีสมบัติทางเคมีของดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินเหนียวตลอด ดินบนมีสีเทาเข้มถึงเข้มมาก มีจุดประสีน้ำตาลหรือแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.5) และอาจจะพบจุดประสีเหลืองฟางข้าวปนอยู่บ้างเล็กน้อยในระดับความลึกมากกว่า 100 เซนติเมตร จะพบดินเลนสี น้ำเงินที่มีปริมาณกำมะถันต่ำและรอยไถลในดินล่าง ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง (pH 8.0) ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินมหาโพธิ์ ชุดดินอยุธยา ชุดดินบางเขน และชุดดินบางกอก การใช้ประโยชน์ ถ้าสามารถยกร่องให้สูงพ้นน้ำท่วม ก็สามารถปลูกพืชไร่และพืชสวนครัวได้ ควรมีการปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้ดีขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

**ตารางที่ 2** แสดงคุณสมบัติของดินชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)

| ความลึก (ซม.) | อินทรียวัตถุ | ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน | ความอิ่มตัวเบส | ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ | โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ | ความอุดมสมบูรณ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **0-25** | ปานกลาง | สูง | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| **25-50** | ต่ำ | สูง | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |
| **50-100** | ต่ำ | ปานกลาง | ต่ำ | ปานกลาง | สูง | ปานกลาง |

**แหล่งที่มา :** กรมพัฒนาที่ดิน. (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

## 3.1 วัสดุอุปกรณ์ใช้ในการวิจัย

### 3.1.1 พืชที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวปทุมธานี80 และข้าวสุพรรณบุรี1 ได้รับความอนุเคราะห์จาก ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง และศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี

### 3.1.2 ชุดดินทดลอง

ชุดดินบางกอก (Bangkok Series: Bk) และชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series: Cc)

## 3.2 วิธีการดำเนินงาน

### 3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบราก และเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว

#### 3.2.1.1 เก็บตัวอย่างดินและต้นข้าว

เก็บตัวอย่างดินจากรอบบริเวณรอบรากของข้าวที่มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่แสดงอาการของโรค โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างบริเวณรอบรากของข้าว ประมาณจุดละ 10 กรัม ขุดลึกลงไปประมาณ 0-15 เซนติเมตร ผึ่งให้แห้งในห้องปฏิบัติการ และนำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 250 ไมครอน นำดินที่ได้มาทำการแยกจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ และเก็บตัวอย่างของต้นข้าว 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวสุพรรณบุรี1 และข้าวปทุมธานี 80 จากแปลงของเกษตรกร ที่มีความอุดมสมบูรณ์และไม่เป็นโรค ในทุกระยะการเจริญเติบโต แล้วทำการแยกเชื้อราเอนโดไฟต์ในห้องปฏิบัติการ

#### 3.2.1.2 การแยกเชื้อราในดินโดยวิธี Soil Plate

นำดินที่ได้มาทำการแยกเชื้อราด้วยวิธี Soil Plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Water agar (WA) แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน หรือกระทั่งสังเกตเห็นโคโลนีของเชื้อราที่เจริญทั้งในและบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จึงทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยว หรือเชื้อบริสุทธิ์ แล้วใช้เข็มเขี่ยเชื้อ ลงในอาหารสูตร PDA (Potato Dextrose Agar) นำเชื้อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28-30 องศาเซลเซียส ใช้ศึกษาต่อไป

#### 3.2.1.3 การแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว โดยวิธี Tissue Transplanting

เก็บตัวอย่างต้นพืช นำมาแยกเชื้อราเอนโดไฟต์ โดยนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด ตัดเนื้อเยื่อใบและเส้นกลางใบข้าว บริเวณใบของต้นข้าว ส่วนลำต้น และรากตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 3 x 3 มิลลิเมตร จากนั้นทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Tissue Transplanting โดยดัดแปลงวิธีการกำจัดเชื้อที่ผิวใบจาก Naik *et al*. (2009) นำชิ้นส่วนของใบ แช่ในแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 2 นาที และฆ่าเชื้อด้วย Clorox 10% เป็นเวลา 2 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ซับให้แห้งด้วยกระดาษกรองฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ แล้วนำไปวางในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารสูตร WA (เลขา มาโนช และคณะ. 2554) บ่มที่อุณหภูมิห้อง 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 วัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะมีเส้นใยของเชื้อราเจริญออกมาจากชิ้นส่วนของข้าว แล้วใช้เข็มเขี่ยลนไฟ ฆ่าเชื้อตัดชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของเชื้อรา โดยตัดบริเวณปลายเส้นใย นำไปใส่ในอาหารสูตร PDA เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ เก็บเชื้อบริสุทธิ์ในหลอดอาหารสูตร PDA จำแนกชนิดของเชื้อที่แยกได้ โดยศึกษาลักษณะรูปร่างสปอร์ ลักษณะทางโคโลนี การเจริญเติบโต การสร้างสปอร์ สัณฐานวิทยาของเชื้อรา

**3.2.2 การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการศึกษาด้วยเทคนิคทางโมเลกุล**

**3.2.2.1 การศึกษาการจำแนกเชื้อราโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา**

นำเชื้อบริสุทธิ์ของราจากดินบริเวณรอบรากพืช และในต้นพืช มาเลี้ยงบนอาหารสูตร PDA (Potato Dextrose Agar) ในจานเลี้ยงเชื้อ เช่น อาหารวุ้น ตรวจดูลักษณะการ เจริญ สี ขนาด โคโลนี การสร้าง Pigment อุณหภูมิที่เหมาะสม การเปลี่ยนสีวุ้นอาหาร ฯลฯ บันทึก รายละเอียด และถ่ายภาพเชื้อราบนอาหารในจานเลี้ยงเชื้อ ทำ Slide Culture เพื่อตรวจดูลักษณะของราภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ Stereo และ Compound ถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ บันทึกรายละเอียดลักษณะที่สำคัญเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง (Domsch *et al*. 1998 ; Ellis. 1971)

**3.2.2.2 การบ่งชี้เชื้อด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์โดยการสกัดดีเอ็นเอ**

โดยเริ่มทำการเลี้ยงเชื้อในอาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) เป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) หลังจากนั้นสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธีการ CTAB (Cetyl trimethyl ammonium bromide) โดยประยุกต์จาก วิธีการของ Marc and Zhang (1999) นำเส้นใยที่ได้เลี้ยงในอาหาร PDB แล้วทำการล้างเส้นใยด้วย 25 มิลลิโมลาร์ EDTA จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 6,000 รอบต่อนาที เทส่วนที่ใส่ทิ้งแล้วนำส่วนของเส้นใยของเชื้อรา มาทำการบดด้วยไนโตรเจนเหลวจนละเอียดจนเป็นผงใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติม 2X CTAB buffer ปริมาตร 700 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง และเขย่าหลอด ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 นาที เติม Chloroform: Isoamyl alcohol (24:1) ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส ดูดสารละลายส่วนใสด้านบน ใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมเอนไซม์ RNaseA ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 2 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติม 10% CTAB ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน เติม Chloroform: Isoamyl alcohol (24: 1) ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดสารละลายส่วนใสด้านบนใส่หลอดทดลอง 1.5 มิลลิลิตร เติม Isopropanol ที่แช่เย็น ปริมาตร 400-500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ความ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15-30 นาที ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย เอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ 3 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเทส่วนที่เป็นเอทานอลออก ล้างด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที แล้วเทส่วนที่เป็น เอทานอลออก นำตะกอนที่ได้ไปบ่มในตู้ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้เอทานอลระเหย ละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TBE buffer ปริมาตร 20 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ดีเอ็นเอละลายได้ดีขึ้น แล้วทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

**3.2.2.3 เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค polymerace chain reaction (PCR)**

ดีเอ็นเอของเชื้อราที่ได้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) โดยเพิ่มจำนวนบริเวณของ ITS (Internal Transcribed Spacer) ด้วยไพรเมอร์ ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') และ ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White *et al.,* 1990) เพื่อใช้ในการระบุสายพันธุ์ของเชื้อรา โดยการทำ PCR และทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในสภาวะที่เหมาะสมสำหรับไพร์เมอร์ ปฏิกิริยา PCR ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ประกอบด้วยดีเอ็นเอ 200 นาโนกรัม, dNTPs 1ไมโครลิตร (400 ไมโครโมลาร์) ไพเมอร์แต่ละไพเมอร์ 1 ไมโครลิตร, เอ็นไซม์ Taq DNA polymerase 0.2 ไมโครลิตร (1 ยูนิต) และ 10X standard Taq reaction buffer ปริมาตร 2 ไมโครลิตร (1X) และทำการเพิ่มปริมาณเอ็นเอดังสภาวะดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** สภาวะที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณ ITS1 และ ITS4 (White *et al.* 1990)

| ขั้นตอน | อุณหภูมิ | เวลา | จำนวนรอบ |
|---|---|---|---|
| Initial denaturation | 95 องศาเซลเซียส | 1 นาที | 1 รอบ |
| Denaturation | 95 องศาเซลเซียส | 1 นาที | 35 รอบ |
| Annealing | 50 องศาเซลเซียส | 1 นาที | |
| Extension | 72 องศาเซลเซียส | 2 นาที | |
| Final extension | 72 องศาเซลเซียส | 5 นาที | 1 รอบ |

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ PCR ที่ได้ไปมา ตรวจสอบด้วยวิธี Agarose Gel Electrophoresis โดยเครื่องแยกดีเอ็นเอ ด้วยกระแสไฟฟ้า อะกาโรสเจลความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ (W/V) ใน 1xTBE buffer ที่ความต่างศักย์ 100 โวลล์ เป็นเวลา 30 นาที โดนเทียบขนาดกับดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 คู่เบส ย้อมเจลด้วย Ethidium bromide ปริมาตร 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ถ่ายรูปใต้แสง UV และวัดปริมาณดีเอ็นเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง 260 และ 280 นาโนเมตร จากนั้นเก็บรักษาดีเอ็นเอไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก PCR ไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (Nucleotide sequence) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ฐานข้อมูล GenBank โดยใช้ Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) เปรียบเทียบลำดับเบสโดยใช้โปรแกรม ClustalW2 และวิเคราะห์หาแผนภูมิความสัมพันธ์ (Phylogenetic Tree) เปรียบเทียบโดยโปรแกรม Mega 7 (Neighbor-joining method, NJ) ซึ่งการเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลำดับนิวคลีโอไทด์ใน บริเวณ ITS ซึ่งสามารถจัดจำแนกเชื้อราในระดับ genus และ specie ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความหลากหลาย

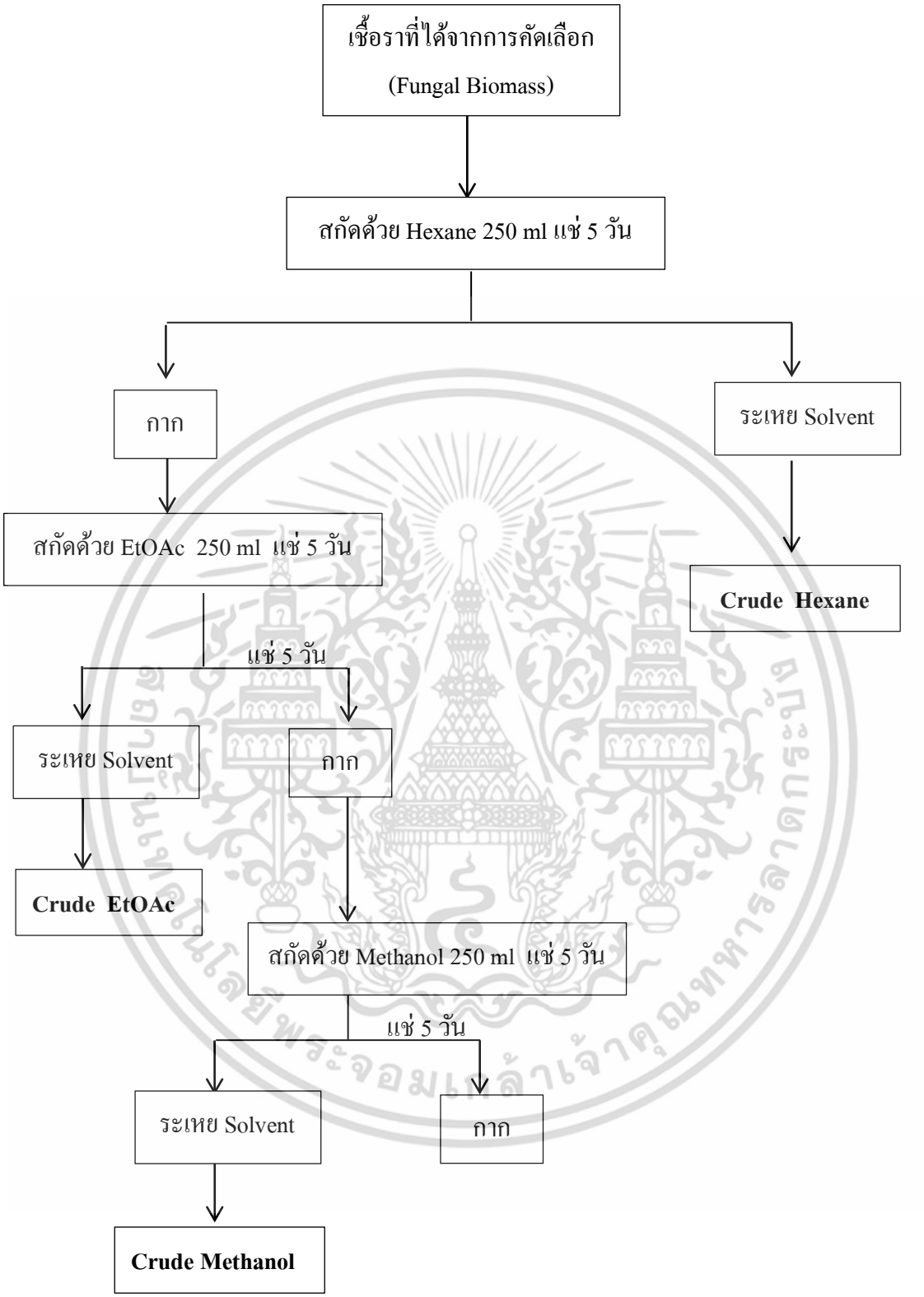
**3.2.3 การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าว**

ทำการคัดเลือกไอโซเลทเชื้อราเอนโดไฟต์สายพันธุ์ที่ปลดปล่อยสารลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นแนวทางในการคัดเลือก โดยคัดเลือกไว้ทดสอบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Chaetomium brasilense*, *Ch. globosum* และ *Ch.cupreum* จากนั้นทำไอโซเลทสายพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกมาสกัดสาร Secondary metabolite ตามวิธีของ Kanokmedhakul *et al*. (2006)

**3.2.3.1 การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compouds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์**

นำเชื้อราที่ได้ทำการคัดเลือก เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยง Potato Dextrose Broth (PDB) เป็นเวลา 30 วัน หลังจากนั้นนำเส้นใยเชื้อจุลินทรีย์มากรอกและตากแห้ง ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง นำเส้นใยแห้งไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น แล้วทำการแช่ด้วยตัวทำละลาย Hexane ในปริมาตร 1:1 (W/V) แช่ไว้ 5 วัน หลักจากนั้นกรองแยกกากกับสารละลาย นำสารละลายที่กรองได้ไปกลั่นตัวทำละลายออกแบบลดความดันโดยใช้เครื่อง Rotary vacuum evaporator ส่วนที่ได้จากการกลั่นตัวทำละลายออกเรียกว่า Crude เก็บในภาชนะแล้วชั่งหาน้ำหนัก Crude extracts ที่ได้ และนำกากที่ได้จากการกรองไปแช่ในตัวทำละลาย Ethyl Acetate (EtOAc) และ Methanol (MeOH) ตามลำดับ ผลสุดท้ายจะได้ crude extract ของ Hexane, Ethyl Acetate (EtOAc) และ Methanol (MeOH) ตามลำดับ (ภาพที่ 3) และนำมาทำเป็นอนุภาคนาโน (Nano-particle) ตามวิธีการของ Dar และ Soytong (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3** แผนผังแสดงการสกัดสารจากเชื้อราที่ได้ทำการคัดเลือก (Kanokmedhakul *et al*. 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการงอกของเมล็ดข้าว**

นำสารสกัดหยาบ (Crude extracts) และสารอนุภาคนาโน (Nano-particle) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ที่ได้ทำการคัดเลือกได้แก่ *Chaetomium brasilense*, *Ch. globosum* และ *Ch.cupreum* มาละลายใน 2% DMSO (Dimethyl sulfoxide) ทำการทดลอง แบบ 3×6 Factorial Experiment in Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ

สารสกัดหยาบ (Crude extracts): ปัจจัย A คือ ชนิดของสารสกัดหยาบ (Crude extracts) ดังนี้

A1 = Hexane crude extracts

A2 = Ethyl acetate crude extracts

A3 = Methanol crude extracts

ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ (Crude extracts) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

B1 = ความเข้มข้น 0 ppm

B2 = ความเข้มข้น 10 ppm

B3 = ความเข้มข้น 50 ppm

B4 = ความเข้มข้น 100 ppm

B5 = ความเข้มข้น 500 ppm

B6 = ความเข้มข้น 1,000 ppm

และสารอนุภาคนาโน ( Nano-particle): ปัจจัย A คือ ชนิดของสารอนุภาคนาโน (Nano-particle) ดังนี้

A1 = Nano-particle จาก Hexane crude extracts

A2 = Nano-particle จาก Ethyl acetate crude extracts

A3 = Nano-particle จาก Methanol crude extracts

ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารอนุภาคนาโน ( Nano-particle) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

B1 = ความเข้มข้น 0 ppm

B2 = ความเข้มข้น 1 ppm

B3 = ความเข้มข้น 3 ppm

B4 = ความเข้มข้น 5 ppm

B5 = ความเข้มข้น 7 ppm

B6 = ความเข้มข้น 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทำการทดสอบทดสอบการเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวสุพรรณบุรี1 และข้าวปทุมธานี80 ทำการแยกการทดลองออกจากกัน โดยการแช่เมล็ดข้าวในแต่ละวิธีการ (Treatment) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดข้าวมาวางบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ จำนวน 10 เมล็ด วางในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่รองด้วยกระดาษทิชชูสามชั้น หยดน้ำกลั่นฆ่าเชื้อให้กระดาษทิชชูชื้น แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 28-30 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะที่มีแสงปกติ แล้วทำการสังเกตการงอกของเมล็ดข้าวทุกวันเป็นเวลา 7 วัน และบันทึกผล

**3.2.4.1 การเก็บผลและการวิเคราะห์ผล**

หลังจากทำการสังเกตการงอกของเมล็ดข้าว ทำการนับจำนวนเมล็ดข้าวที่งอก, วัดความยาวของราก และวัดความสูงของต้น นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น P= 0.05

**3.2.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium brasilense* ต่อการเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี1 และข้าวปทุมธานี80 ในกระถางทดลอง**

เตรียมดินทดสอบ 2 ชุด คือ ดินชุดบางกอก และดินชุดฉะเชิงเทรา โดยการผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ชั่งดินใส่ถุงพลาสติก ขนาด 8 × 13 นิ้ว จำนวน 2 ชั้น จากนั้นนำดินใส่ลงในกระถาง 12 นิ้ว ทำการปลูกกล้าข้าว ในแต่ละวิธีการ แล้วทำการให้น้ำ และสังเกตการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ เก็บผลข้อมูล เมื่อมีอายุ 15, 30 และ 45 วัน ทำการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยทำการทดลองชุดละ 4 ซ้ำ แบ่งเป็น 4 วิธีการ (Treament) ดังนี้

T1 = ชุดควบคุม (T1 = Control)

T2 = สารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm (T2 = Crude-CB)

T3 = สารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 3 ppm (T3 = Nano-CB)

T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^6$ spore/ml (Spore Suspensions) ของเชื้อ *Ch.brasilense* (T4 = Spore suspensions-CB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.5.1 การวิเคราะห์ธาตุอาหารจากดิน**

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในดินทั้งสองชุดการทดลอง คือ ดินชุดบางกอก และดินชุดฉะเชิงเทรา ทั้งก่อนทำการปลูกและหลังปลูก โดยนำมาทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl method (Bradstreet. 1965) ส่วนการหาค่าเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม หาได้โดยการวิเคราะห์จากเครื่อง Spectrophotometer และ Atomic absorption spectrophotometer (Issac and Kerber. 1971; Jones *et al*. 1973)

**3.2.5.2 การเก็บผลและการวิเคราะห์ผล**

ทำการสังเกตวัดความสูงของลำต้น และจำนวนแตกกอ รวมถึงทำการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูก นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบ treatment mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น P= 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 การแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวและเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว

### 4.1.1 การแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว

จากการเก็บสุ่มตัวอย่างดินบริเวณรอบรากพืช โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาจากแปลงเกษตรกรจำนวน 3 แปลง คือพื้นที่เขตฉะเชิงเทรา และกรุงเทพมหานคร โดยทำการแยกเชื้อราด้วยวิธี Soil Plate พบว่า แยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว สามารถจำแนกราโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาในเบื้องต้นจนถึงระดับสกุล สามารถจำแนกรา 9 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp. และ *Xylaria* sp. ดังตารางที่ 4

### 4.1.2 การแยกและคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว

จากการเก็บตัวอย่างต้นข้าว นำส่วนของลำต้น ใบ รากของข้าวทั้งสอง สายพันธุ์ คือ ข้าวสุพรรณบุรี1 และ ข้าวปทุมธานี80 ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ไม่มีเชื้อก่อโรค โดยนำมาแยกเชื้อราเอนโดไฟต์ มาล้างด้วยน้ำสะอาด ตัดเนื้อเยื่อใบและเส้นกลางใบข้าว บริเวณ 3 ใบ ที่อยู่ด้านบนของต้นข้าว ส่วนลำต้น และราก ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 3 x 3 มิลลิเมตร จากนั้นทำการแยกเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Tissue Transplanting โดยดัดแปลงวิธีการกำจัดเชื้อที่ผิวใบจาก จากการแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 พบเชื้อรา *Colletotrichum* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus flavus, Penicillium* sp., *Chaetomium cupreum, Rhizopus* sp., *Fusarium oxysporum, Curvularia lunata* และข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 พบเชื้อรา *Curvularia lunata, Aspergillus fiavus, Trichoderma harzianum, Penicillium* sp., *Fusarium solani, Pythium* sp., *Aspergillus niger, Chaetomium globosum, Colletotrichum* sp, *Chaetomium brasilense* ดังตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4** การจำแนกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว

| | เชื้อรา | สถานที่ |
|---|---|---|
| 1 | *Trichoderma harzianum* | Bangkok Series 1 |
| 2 | *Rhizopus* spp. | Bangkok Series 1 |
| 3 | *Rhizoctonia* spp. | Bangkok Series 1 |
| 4 | *Aspergillus niger* | Bangkok Series 1 |
| 5 | *Chaetomium* sp. | Bangkok Series 1 |
| 7 | *Trichoderma* spp. | Bangkok Series 1 |
| 8 | *Penicillium* spp. | Bangkok Series 1 |
| 9 | *Fusarium oxysporum* | chachoengsao Series 2 |
| 10 | *Aspergillus niger* | chachoengsao Series 2 |
| 11 | *Trichoderma* spp. | chachoengsao Series 2 |
| 12 | *Chaetomium cupreum* | chachoengsao Series 2 |
| 13 | *Fusarium solani* | chachoengsao Series 2 |
| 14 | *Aspergillus flavus* | chachoengsao Series 2 |
| 15 | *Curvularia* spp. | Bangkok Series 3 |
| 16 | *Xylaria* sp. | Bangkok Series 3 |
| 17 | *Fusarium* spp. | Bangkok Series 3 |
| 18 | *Aspergillus terreus* | Bangkok Series 3 |
| 19 | *Fusarium oxysporum* | Bangkok Series 3 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5** การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์จากชิ้นส่วนของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์

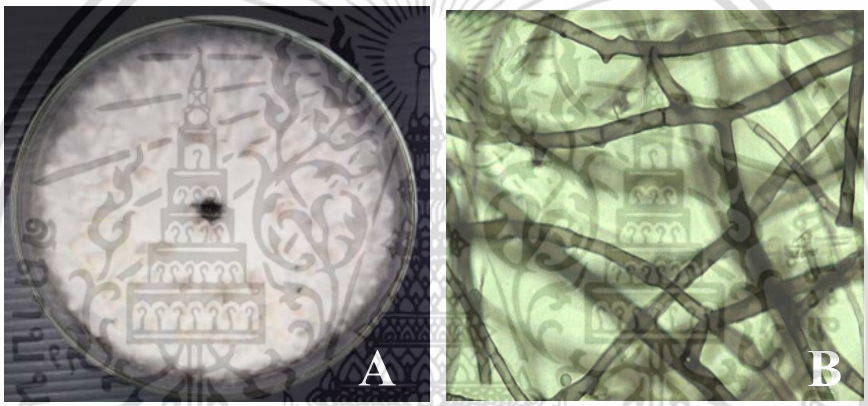
| สายพันธุ์ข้าว | เชื้อรา | ชิ้นส่วนพืช |
|---|---|---|
| ข้าวสุพรรณบุรี1 | *Colletotrichum* sp. | ใบ |
| | *Trichoderma* sp. | ใบ |
| | *Aspergillus flavus* | ราก |
| | *Penicillium* sp. | ใบ |
| | *Chaetomium cupreum* | ใบ |
| | *Rhizopus* sp. | ราก |
| | *Fusarium oxysporum* | ลำต้น |
| | *Curvularia lunata* | ใบ |
| ข้าวปทุมธานี80 | *Curvularia lunata* | ใบ |
| | *Aspergillus fiavus* | ราก |
| | *Trichoderma harzianum* | ลำต้น |
| | *Penicillium* sp. | ลำต้น |
| | *Fusarium solani* | ใบ |
| | *Pythium* sp. | ราก |
| | *Aspergillus niger* | ราก |
| | *Chaetomium globosum* | ลำต้น |
| | *Colletotrichum* sp. | ใบ |
| | *Chaetomium brasilense* | ลำต้น |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 การจำแนกเชื้อราเอนโดไฟต์ และเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

**เชื้อรา *Xylaria* sp.**

เชื้อรา *Xylaria* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จะมีการเจริญเติบโตช้า มีเส้นใยสีขาวเจริญเติบโตในรูปแบบ “นิ้วมือหรือรูปมือ” ที่โผล่ออกมาจากต้นตอกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มและกลายเป็นสีดำคล้ำ ส่วนบนจะปรากฏเป็นผงสีขาวปลายแหลมสีดำเมื่อโตเต็มที่มีขนสีดำและมีขน stromata เป็นทรงกระบอกซึ่งไม่สามารถแยกได้ทำให้เกิด ascoacarp ได้




**ภาพที่ 4** ลักษณะของเชื้อรา *Xylaria* spp.

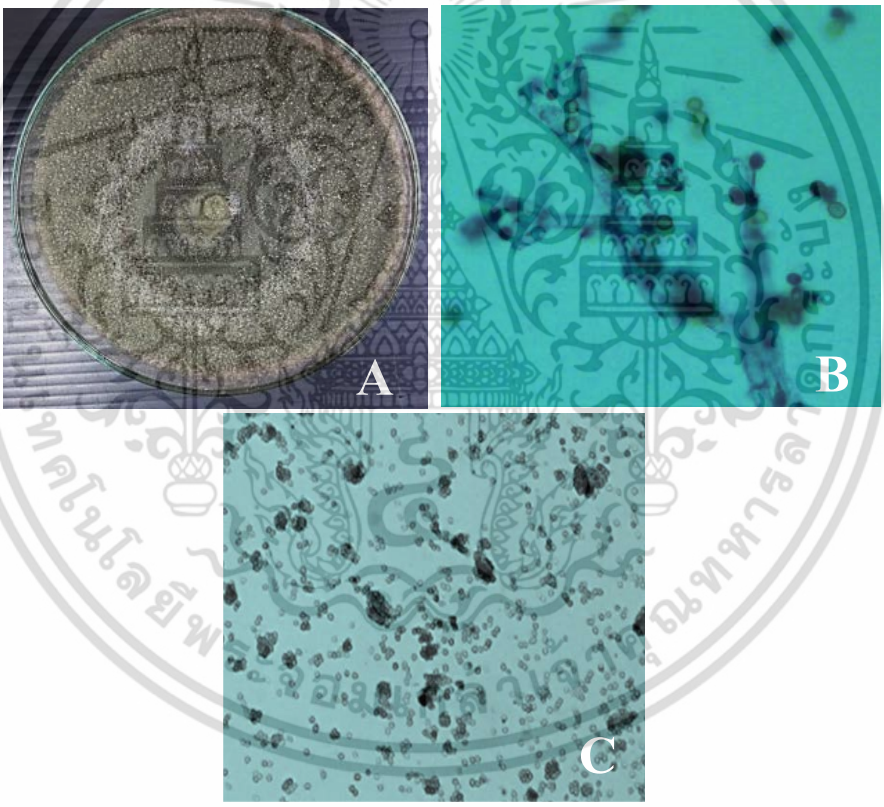
A = ลักษณะของโคโลนีของเชื้อรา *Xylaria* spp.บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B = ลักษณะของเส้นใยของเชื้อรา *Xylaria* spp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Trichoderma* sp.**

เชื้อรา *Trichoderma* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีอายุ 3-5 วัน จะเริ่มมีการเจริญเติบโต เป็นกระจุกสีขาวแล้วจะค่อยพัฒนาไปเป็นสีเขียว จนเริ่มจะเป็นวง เนื่องจากมีการผลิตสปอร์ หลังจากนั้นจะกลับเป็นปกติสีน้ำตาลอ่อน สีเหลือง หรือสีซีด จะผลิต septate เส้นใยสีใส conidiophores ค่อนข้างสั้นแตกแขนงในมุมที่กว้าง มักให้เป็นลักษณะรูปปีระมิด phialides เป็นขวดหรือรูป ampule (ที่สูงขึ้นที่ฐาน) สปอร์เป็นรูปวงรี และเป็นผนังเรียบหรือขรุขระขึ้นอยู่กับชนิด สปอร์เซลล์เดียว มักจะมีสีเขียวและมีการแตกของก้านชูสปอร์ซับซ้อนมาก สีของโคโลนีส่วนใหญ่เกิดจากการสร้างสีของสปอร์




**ภาพที่ 5** ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma* sp.

A = ลักษณะของโคโลนีเชื้อรา *Trichoderma* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

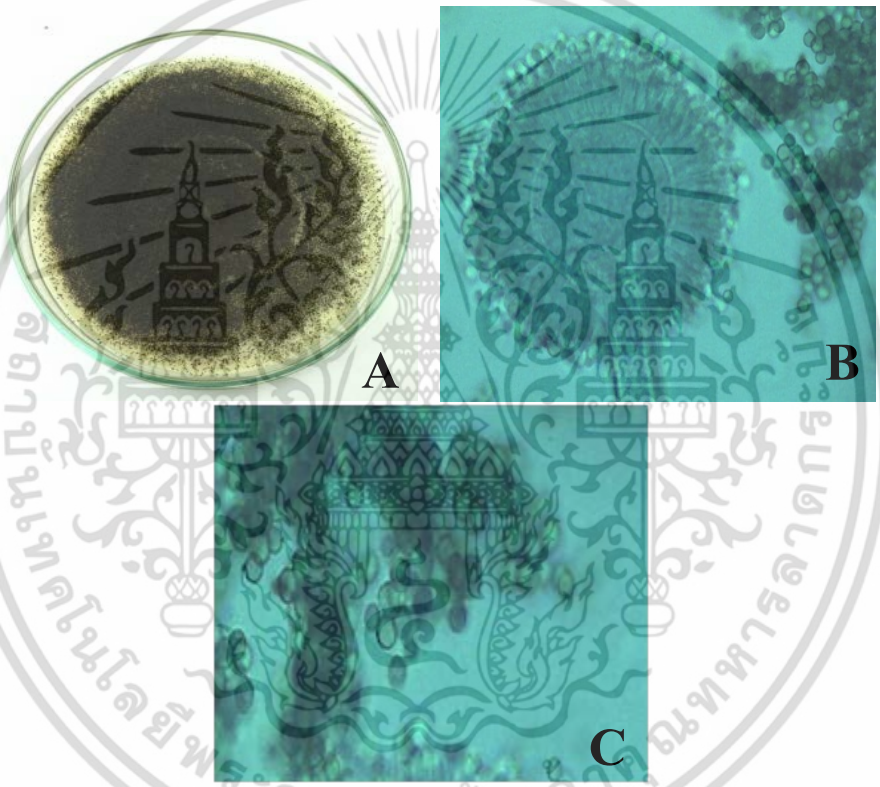
B = ลักษณะ conidiophores ของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Aspergillus niger***

เชื้อรา *Aspergillus niger* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีน้ำตาลและจะเปลี่ยนเป็นสีดำอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก Conidia พัฒนาเม็ดสีระหว่างการเจริญเติบโต อาจมีเส้นขอบสีขาว พื้นผิวมักจะฟูและเบาบางโดยเฉพาะอย่างยิ่งใกล้ศูนย์และ conidiphores มีลักษณะตั้งตรงขึ้น บริเวณตรงปลายขยายออกมา มีรูปร่างค่อนข้างกลม จะมีโครงสร้างซึ่งเป็นฐานของ conidia เรียกว่า phialides ส่วน conidia มีรูปร่างกลม มีหลายสี เช่น ดำ เขียว น้ำตาล




**ภาพที่ 6** ลักษณะของเชื้อรา *Aspergillus niger*

A = ลักษณะของโคโลนีของเชื้อรา *Aspergillus niger* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

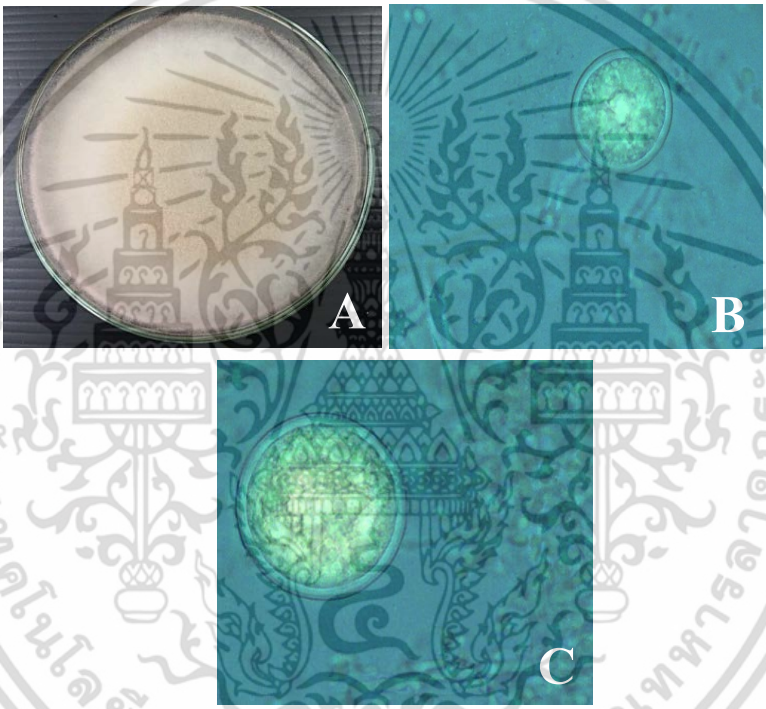
B = ลักษณะ conidiophores ของเชื้อรา *Aspergillus niger* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Aspergillus niger* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Pythium* sp**

เชื้อรา *Pythium* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยจะมีสีขาวปุยนุ่ม หรือ ปุยฝ้าย มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เส้นใยจะไม่มีสี ไม่มีกิ่งก้าน เจริญเติบโตเป็นเส้นตรง เส้นใยไม่มีสีไม่มีผนังกั้น ผิวผนังเรียบ มีสปอร์รูปร่างกลม มีหางสามารถว่ายน้ำได้ ภายในถึงที่แยกออกมาจากสปอร์ จะผลิต zoospores แต่มี sporangia ใหญ่มาก ซึ่งเป็นทรงกลมหรือไข่ อาจมี vegetative spore ซึ่งเกิดโดยตรงจาก mycelium โดยปลายเส้นใยบางเส้นพองออก เกิดผนังกั้นได้เซลล์รูปร่างกลม และผนังเซลล์นั้นจะหนาและแข็งแรงขึ้น เรียกว่า chlamydospore




**ภาพที่ 7** ลักษณะของเชื้อรา *Pythium* sp

A = ลักษณะของโคโลนีของเชื้อรา *Pythium* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

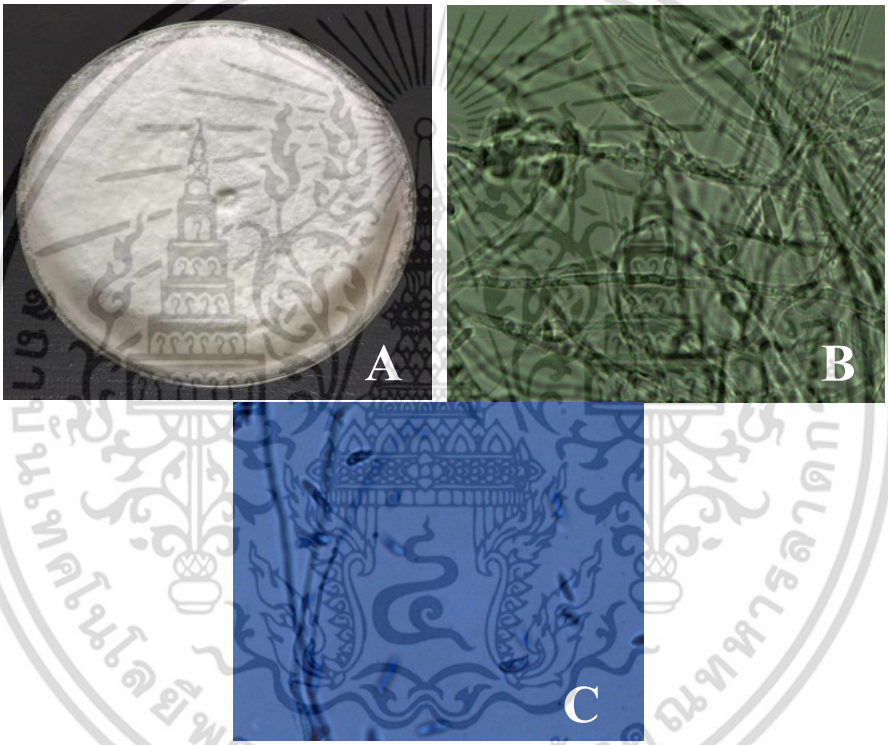
B = ลักษณะ mycelium ของเชื้อรา *Pythium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ zoospores ของเชื้อรา *Pythium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Colletotrichum* sp.**

เชื้อรา *Colletotrichum* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยจะมีสีขาว แล้วจะค่อยเปลี่ยนเป็นสีเทา มีการเจริญหนาแน่นเมื่อยังอ่อน เส้นใยไม่มีสี หรือมีสีน้ำตาลอ่อน จนถึง น้ำตาลแก่ เส้นใยแตกกิ่งก้าน มี septate ส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรา เรียกว่า conidia มีลักษณะเซลล์เดียว ไม่มีสี ไม่มีผนังกั้น ลักษณะตรง หรือโค้งงอ มีรูปร่างหลายแบบ เกิดบนก้านชู conidiophore และ บางครั้งสร้าง หรือ ไม่สร้าง sclerotia บนอาหารเลี้ยงเชื้อ conidia เดี่ยวๆไม่มีสี เซลล์เดียว ผนังบางเรียบ ลักษณะรูปร่างรูปไข่ หรือ ยาวรีตรงหรือโค้ง




**ภาพที่ 8** ลักษณะของเชื้อรา *Colletotrichum* sp.

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

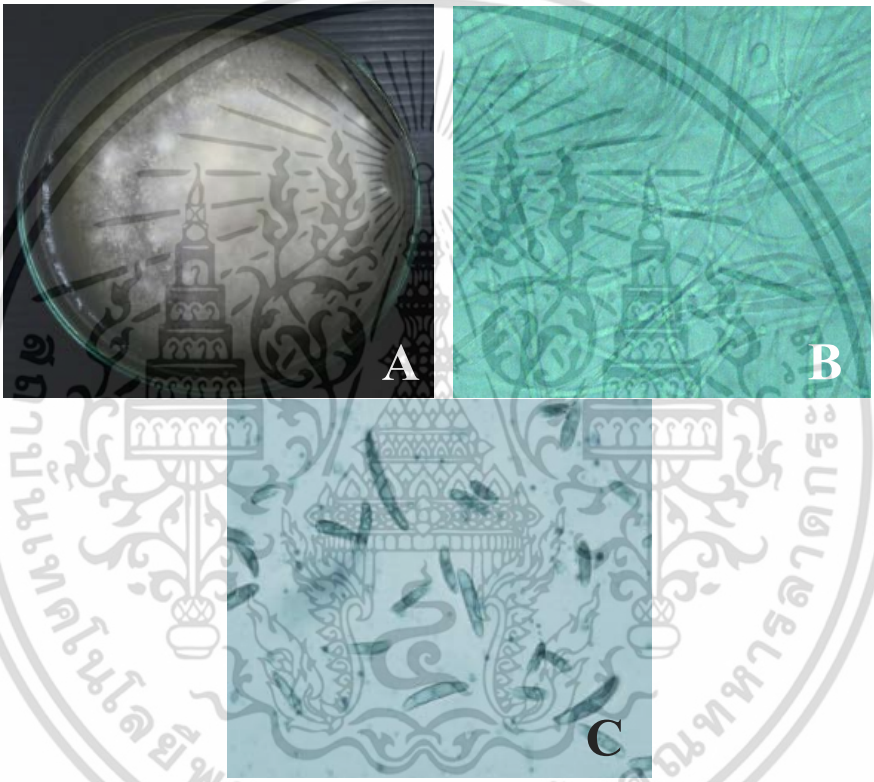
B = ลักษณะ conidiophores ของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Fusarium sp.***

เชื้อรา *Fusarium sp.* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยฟูมาก ทีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีสีขาวอมเทา สีชมพู ม่วง หรือเหลือง หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ทั้งในเส้นใยและอาหารเลี้ยงเชื้อ conidia ไม่มีสี มีอยู่ 2 ชนิดคือ macroconidia จะมีหลายเซลล์ และมีเซลล์รูปร่างโค้ง และ microconidia มีรูปร่างเป็นรูปทรงกลมโค้งเล็กน้อยโค้ง มีผนังกั้น 3-5 มีเซลล์เดียว รูปทรงไข่ อาจต่อเป็นเส้นสาย ส่วนรูปไข่ มี chlamydospores มีผนังหนา อาจเดี่ยวๆหรือคู่ และมีเส้นใยเรียบหรือขรุขระผนัง




**ภาพที่ 9** ลักษณะของเชื้อรา *Fusarium sp.*

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Fusarium* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

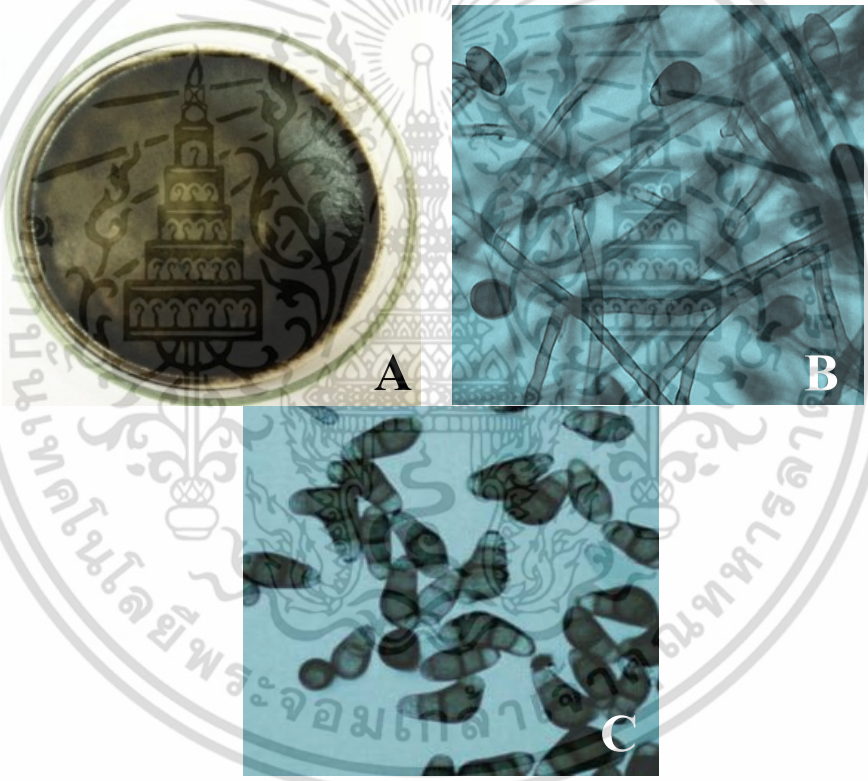
B = ลักษณะ phialide ของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ macroconidia ของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Curvularia lunata***

เชื้อรา *Curvularia lunata* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีสีเทา เมื่อผ่านไป 7-10 วัน จะมีสีเข้มขึ้นจนเป็นเห็นเป็นสีดำ มีเส้นใยเจริญหนาแน่น เส้นใยมี septate แตกกิ่งก้านมากมาย เส้นใยอ่อนจะไม่มีสี เมื่อเส้นใยแก่จะเห็น septate ได้ชัด จะสร้าง conidium มี 3-5 เซลล์ ตรงกลางมีสีเข้มกว่าเซลล์หัวท้าย เกิดบนก้าน conidiophore สีเข้มไม่แตกกิ่งก้าน แต่อาจมีการ proliferation ออกทางด้านข้างใกล้ส่วนปลาย ทำให้สร้างสปอร์เพิ่มขึ้นได้อีก และก้าน conidiophore มีลักษณะเป็นข้อหัก หรือจะมี septate ลักษณะตรง ไม่แตกกิ่งก้าน เมื่อแก่จะมีสีเข้มมี conidia เกิดติดเป็นช่ออยู่ที่ส่วนปลาย




**ภาพที่ 10** ลักษณะของเชื้อรา *Curvularia lunata*

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Curvularia lunata* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

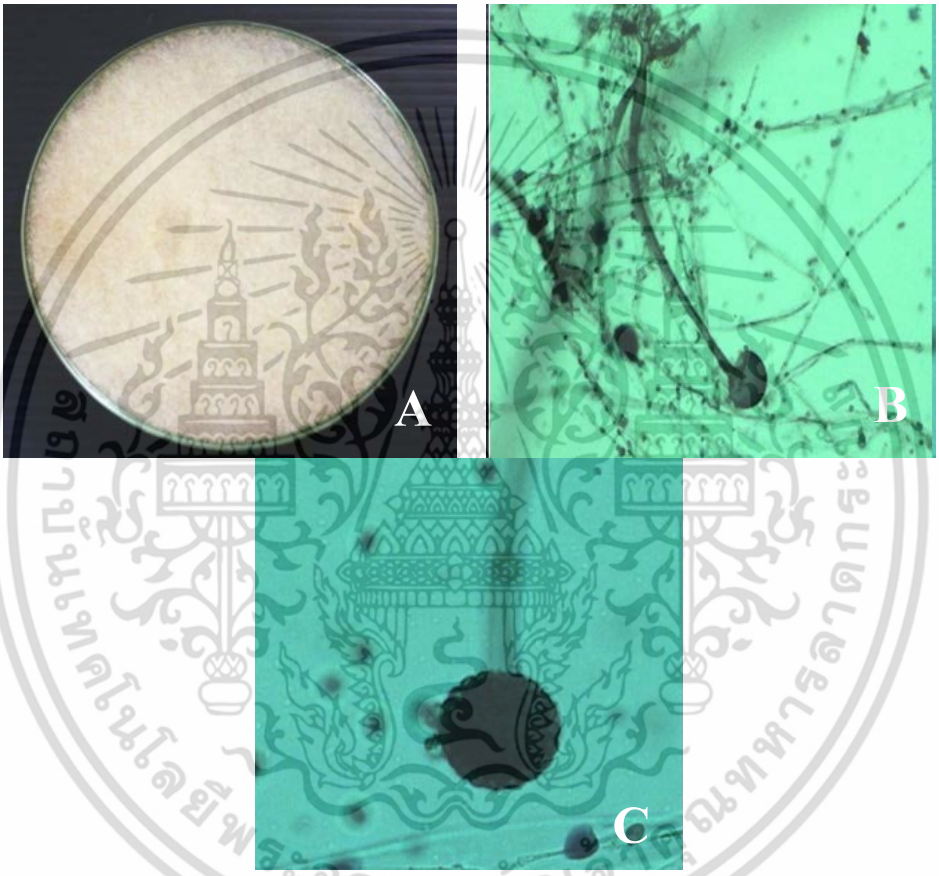
B = ลักษณะ conidiophore ของเชื้อรา *Curvularia lunata* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Curvularia lunata* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Rhizopus* sp.**

เชื้อรา *Rhizopus* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยฟูมาก มีสีขาว มีเส้นใยที่เหนียวๆ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ประมาณ 5 วัน และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อดูผ่านใต้กล้องจุทรรศน์ พบว่า มีเส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น มี rhizoids ในตำแหน่งที่ฐานของ sporangiophore และ stolons ส่วน sporangiophores ไม่มีการแตกกิ่งก้าน มี sporangia รูปร่างกลม




**ภาพที่ 11** ลักษณะของเชื้อรา *Rhizopus* sp.

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Rhizopus* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B = ลักษณะ hypha ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C= ลักษณะ sporagiophore ของเชื้อรา *Rhizopus* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Penicillium* sp.**

เชื้อรา *Penicillium* sp. นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีเขียวสีฟ้าสีเขียวหรือสีเทาสีเขียวมักจะมีขอบสีขาวรอบๆ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ประมาณ 7-10 วัน ลักษณะเส้นใยจะเป็นปุยหิมะมี conidiophore ตั้งตรงขึ้นมาจากฐาน บริเวณเกือบถึงยอดจะมีการแตกแขนงออกมาในลักษณะคล้ายไม้กวาด (brush-like) เพื่อเป็นฐานรองรับ conidia ที่จะถูกสร้างอยู่บน phialides ซึ่งเมื่อ phialides แก่เต็มที่จะผลิต conidia ไม่มีสีหรืออาจมีสีที่ค่อนข้างสดใส รูปร่างค่อนข้างกลมหรือรูปไข่

**ภาพที่ 12** ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium* sp.

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Penicillium* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

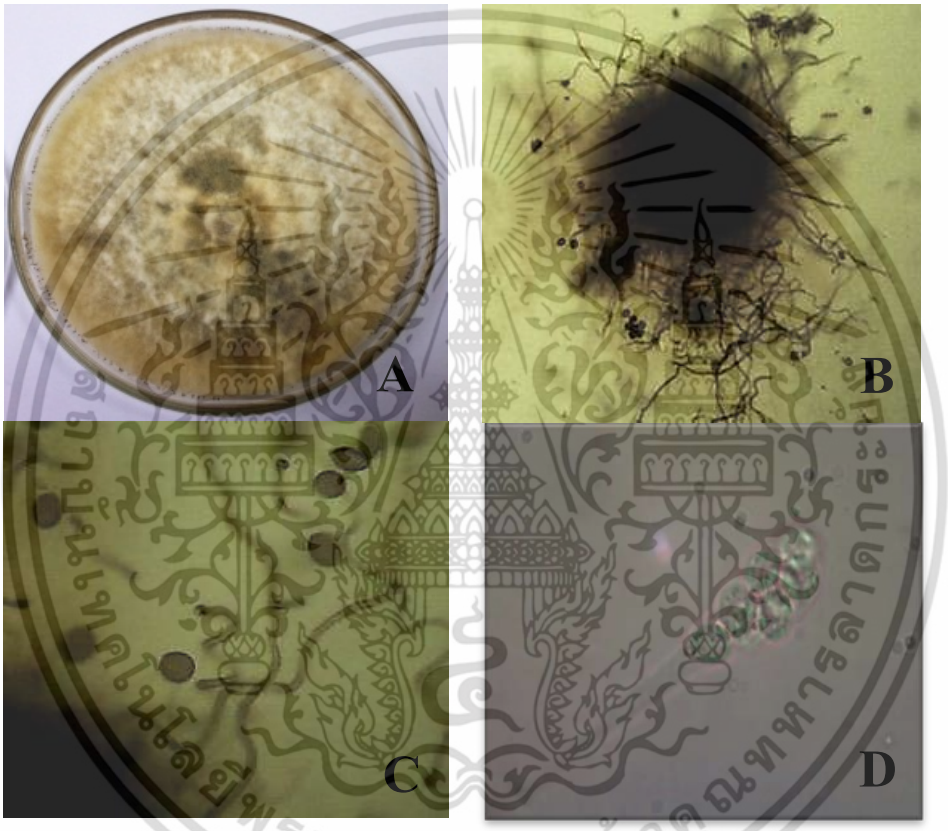
B = ลักษณะ conidiophore ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

C = ลักษณะ conidia ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Chaetomium globosum***

เชื้อรา *Chaetomium globosum* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า จะโตเต็มที่ภายใน 30 วัน มีการสร้างเส้นใยสีเขียวมะกอกหรือสีน้ำตาลเข้ม มีการสร้าง ascomata รูปร่างรี และค่อนข้างกลม มีสีน้ำตาลกลมๆ ปกคลุมด้วย hair มีลักษณะปลายม้วนหยักเป็นเกลียว หรือม้วนอย่างอิสระไม่มีการแตกกิ่งก้าน ผิวขรุขระเล็กน้อย asci จะมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอง ascospores มีลักษณะคล้ายผลมะนาว (lemon-shaped)




**ภาพที่ 13** ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium globosum*

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Chaetomium globosum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B = ลักษณะ ascocarps ของเชื้อรา *Chaetomium globosum* ที่กำลังขยาย 100 เท่า

C = ลักษณะ accospores ของเชื้อรา *Chaetomium globosum* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

D = ลักษณะ ascus ของเชื้อรา *Chaetomium globosum* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Chaetomium cupreum***

เชื้อรา *Chaetomium cupreum* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีการสร้าง piqment มีสีแดงบนอาหาร เส้นใยมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า จะโตเต็มที่ภายใน 30 วัน ascomata รูปร่างรีกลม จะมีผนังกั้น จะโตเต็มที่ภายใน 10-14 วัน terminal hair จะมีลักษณะปลายขดเป็นวง ไม่เป็นเกลียว ผิวหยาบค่อนข้าง ติดกันคล้ายเส้นผม asci จะมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอง ascospores ใส ไม่มีสี

**ภาพที่ 14** ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium cupreum*

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Chaetomium cupreum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B = ลักษณะ ascocarps ของเชื้อรา *Chaetomium cupreum* ที่กำลังขยาย 100 เท่า

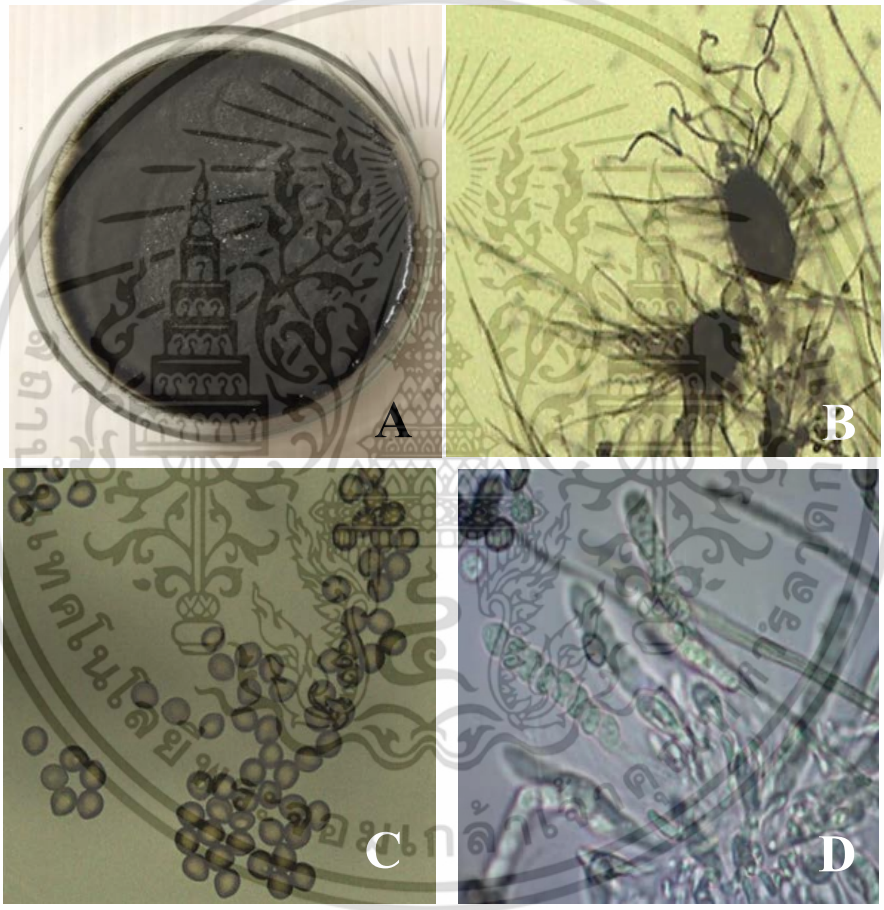
C = ลักษณะ ascus ของเชื้อรา *Chaetomium cupreum* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

D = ลักษณะ terminal hair ของเชื้อรา *Chaetomium cupreum* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**เชื้อรา *Chaetomium brasiliense***

เชื้อรา *Chaetomium brasiliense* นำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (27-30 องศาเซลเซียส) พบว่า ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จะมีสีเทาหรือเกือบขาว หลังจากนั้นจะกลายเป็นสีดำ เมื่ออายุมากเส้นใยจะกลายเป็นสีเข้มเนื่องจากมีเม็ดสี เส้นใยจะมีการเจริญเติบโตค่อนข้างรวดเร็วมีการสร้าง ascomata เป็นทรงกลมรี มีผนังสีเข้มดำ ส่วน terminal hair จะมีลักษณะขนบิดเป็นเกลียวโค้งงอที่เกิดจากขนอ่อน มีความยืดหยุ่นหยักหรือมีเกลียวขดหนีดสีน้ำตาลเข้ม หรือสีแดงเข้ม ascus ทรงกระบอก ก้านสั้นมี 8 ascospores แผ่แบนออกเป็นคู่สีน้ำตาลเข้มเมื่อโตเต็มที่ มีรูขุมขนที่ปลาย




**ภาพที่ 15** ลักษณะของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense*

A = ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

B = ลักษณะ ascocarps ของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense* ที่กำลังขยาย 100 เท่า

C = ลักษณะ accospores ของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

D = ลักษณะ ascus ของเชื้อรา *Chaetomium brasiliense* ที่กำลังขยาย 400 เท่า

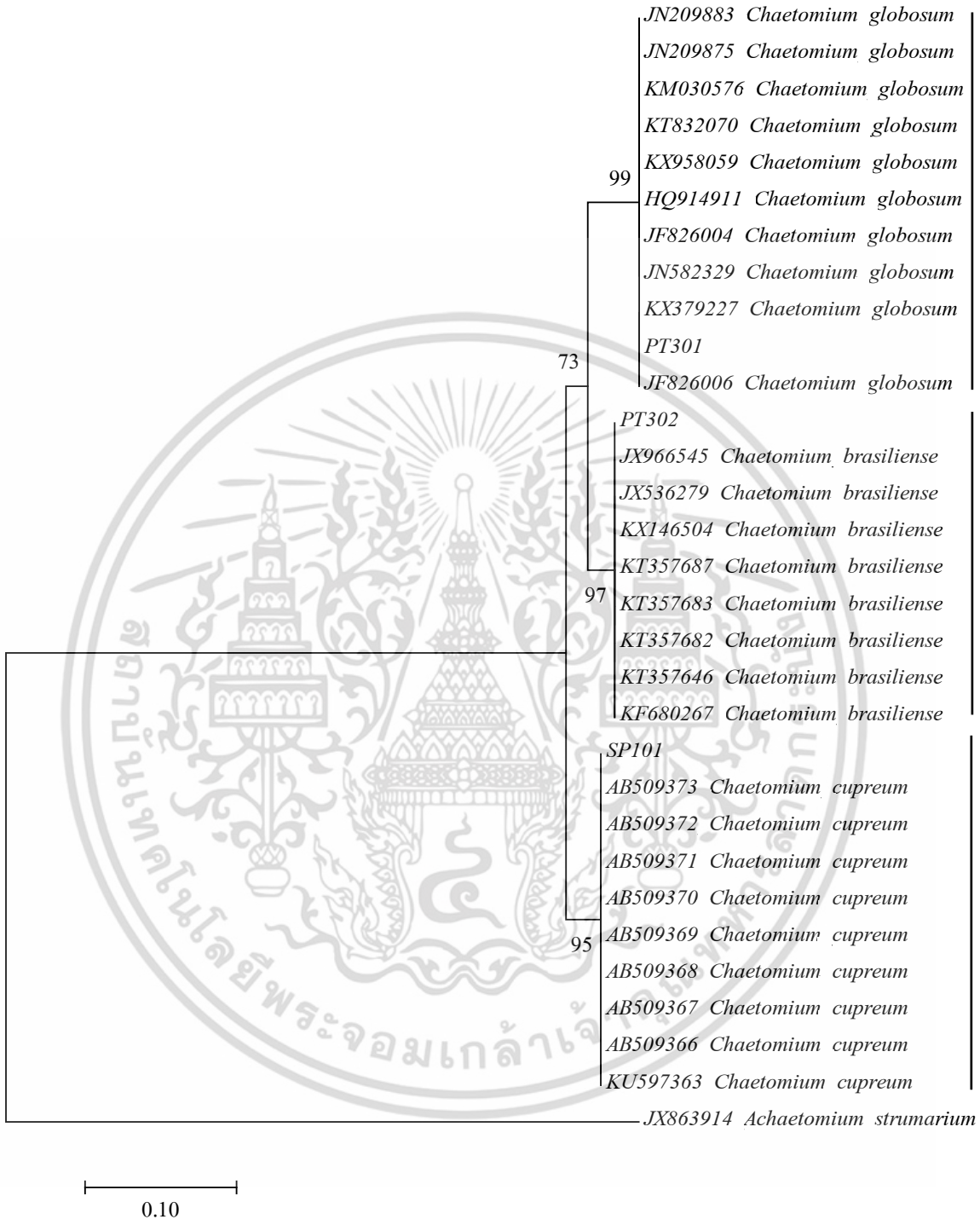
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.4 การบ่งชี้เชื้อด้วยลำดับนิวคลีโอไทด์โดยการสกัดดีเอ็นเอ

จากการคัดเลือกเชื้อราที่ส่งเสริมการเจริญมา 3 สายพันธุ์ คือ ไอโซเลท PT302, PT301 และ SP101 โดยการจัดจำแนกเชื้อรา เพื่อยืนยันสายพันธุ์ *Chaetomium* sp. โดยหาลำดับนิวคลีโอไทด์บน Nuclear Ribosomal DNA (rDNA) ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนของ rDNA บริเวณ Internal Transcribed Spacer (ITS) ตำแหน่ง ITS1-5.8S-ITS2 ด้วยคู่ไพร์เมอร์ ITS1 และ ITS4 พบว่า ทุกไอโซเลทมีขนาดชิ้นของดีเอ็นเอประมาณ 400-500 คู่เบส เมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์โดยใช้โปรแกรม Mega 7 (Kumar *et al*. 2016) และเปรียบเทียบในฐานข้อมูล GenBank และพบว่า ไอโซเลท PT302 ลำดับนิวคลีโอไทด์ มีความเหมือน (Identity) กับไอโซเลท JX966545, JX536279, FR718872, KX146504, KT357687, KT357683, KT357682, KT357646 และKF680267 ที่ 96 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งหมดเป็น เชื้อรา *Ch.brasilense* ไอโซเลท PT301 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ มีความเหมือน (Identity) กับไอโซเลท JF826006, KX379227, JN582329, JF826004, HQ914911, KX958059, KT832070, KM030576, JN209883 และ JN209875 ที่ 99-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งหมดเป็นเชื้อรา *Ch.globosum* รวมทั้งไอโซเลท SP101 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ มีความเหมือน (Identity) กับไอโซเลท AB511968, AB509373, AB509372, AB509371, AB509370, AB509369, AB509368, AB509367, AB509366 และ KU597363 โดยมีความเหมือน 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งหมดเป็นเชื้อรา *Ch.cupreum* จึงอาจกล่าวได้ว่า จากการคัดเลือกเชื้อราที่ส่งเสริมการเจริญมา 3 สายพันธุ์ คือ ไอโซเลท PT302, PT301 และ SP101 โดยการจัดจำแนกเชื้อรา เพื่อยืนยันสายพันธุ์ *Chaetomium* sp. อยู่ใน *Ch.brasilense*, *Ch.globosum* และ *Ch.cupreum*

ในส่วนของแผนภูมิความสัมพันธ์ (Phylogenetic tree) โดยเปรียบเทียบจากฐานข้อมูล GenBank เพื่อหาแผนภูมิความสัมพันธ์ วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์โดยวิธี Neighbour-Joining (Saitou and Nei .1987) แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของเชื้อราเอนโดไฟต์ ซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลำดับนิวคลีโอไทด์ในบริเวณ ITS ของเชื้อรา *Chaetomium* sp. แสดงการจัดกลุ่มของเชื้อราด้วยกัน โดยใช้เชื้อรา *Achaetomium strumarium* (JX863914) เป็น Out Group ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม A คือ ไอโซเลท PT301 จัดอยู่ในเชื้อรา *Ch.globosum* กลุ่ม B คือ ไอโซเลท PT302 จัดอยู่ในเชื้อรา *Ch.brasilense* และ กลุ่ม C คือ ไอโซเลท SP101 จัดอยู่ในเชื้อรา *Ch.cupreum* ที่มีความสอดคล้องกับลักษณะทางสัญฐานวิทยา จะสามารถจัดจำแนกในระดับสปีชีส์ได้ตามแผนภูมิความสัมพันธ์ในภาพที่ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 16** Phylogenetic tree ของเชื้อรา *Chaetomium* sp. เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค PCR บริเวณ ITS โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี Neighbor-Joining method และทดสอบด้วยค่า bootstrap 1,000 ซ้ำ ด้วยโปรแกรม MEGA 7

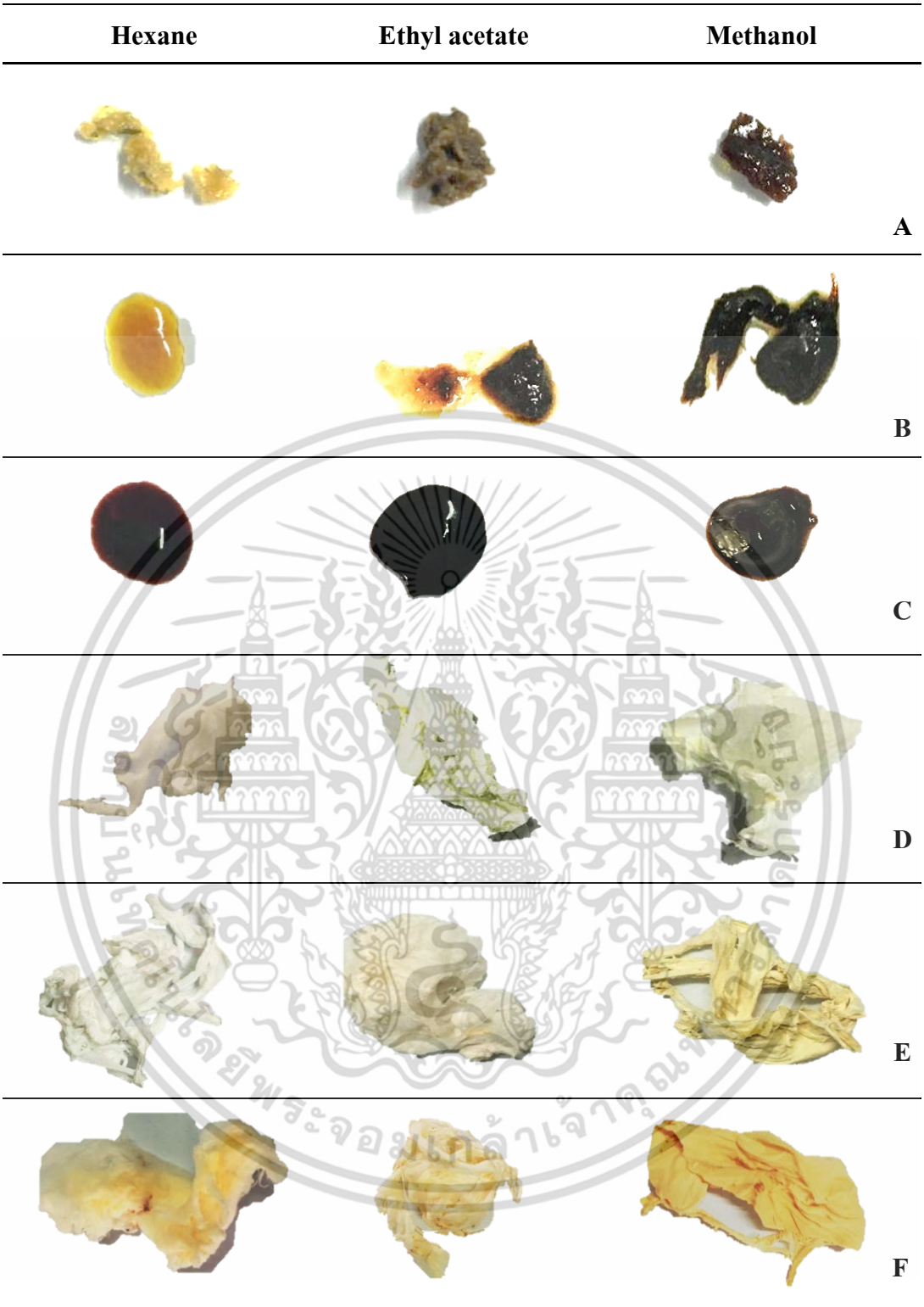
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compouds) จากเชื้อรา

ทำการคัดเลือกไอโซเลทเชื้อราสายพันธุ์ที่ปลดปล่อยสารลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ *Ch.brasilense, Ch.globosum* และ *Ch. cupreum* มาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ตามวิธีของ Kanokmedhakul *et al.* (2006)

ทำการเลี้ยงเชื้อราในอาหาร PDB เป็นเวลา 30 วัน จะได้น้ำหนักสดที่ชั่งได้ คือ 2,000, 1,700 และ 1,800 กรัม ตามลำดับ แล้วนำมาผึ่งให้แห้ง ในห้องทดลองเป็นเวลา 7 วัน หรือจนแห้งสนิท นำมาชั่งน้ำหนักแห้ง จะได้น้ำหนักแห้งที่ 190, 90.96 และ 133.03 กรัม ตามลำดับ จากนั้นนำไปบดแห้งด้วยเครื่อง shaker แล้วทำการแช่ในตัวทำสารละลาย Hexane, Ethyl acetate และ Methanol ตามลำดับ เป็นเวลา 5 วัน ทำการกรองแยกกากและสารละลายออก นำสารละลายที่ได้ไปสกัดตัวทำละลายออกโดยเครื่อง Rotary vacuum evaporator เชื้อรา *Ch. brasilense* จะได้สารสกัดจาก Hexane, Ethyl acetate และ Methanol คือ 0.758, 4.149 และ 5.117 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 17A) เชื้อรา *Ch. globosum* จะได้สารสกัดจาก Hexane, Ethyl acetate และ Methanol คือ 1.2, 3.942 และ 8.627 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 17B ) และเชื้อรา *Ch. cupreum* จะได้สารสกัดจาก Hexane, Ethyl acetate และ Methanol คือ 1.30, 2.667 และ 1.246 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 17C) จะได้สารสกัดที่มีลักษณะที่แตกต่างกันของเชื้อรา และตัวทำละลาย เช่น สีเหลือง, สีน้ำตาลเข้ม,สีน้ำตาลอ่อน, สีแดงดำ, สีส้ม, ลักษณะเป็นของเหลว หรือไขมัน จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปเตรียมทำสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จากเชื้อ *Chaetomium* sp. ทั้ง 3 สายพันธุ์ ตามวิธีของ Dar และ Soytong (2014) ได้สารอนุภาคนาโน (Nano-particles) ที่มีลักษณะเนื้อผิวสัมผัส คล้ายปุยฝ้าย มีลักษณะสีที่แตกต่างกันของแต่ละเชื้อรา เช่น มีสีขาว สีแดง สีส้ม และมีอนุภาคขนาดเล็ก ดังภาพที่ 17D-F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 17** สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ 3 ชนิด A = สารสกัดหยาบ *Ch.brasilense,* B = สารสกัดหยาบ *Ch.globosum*, C = สารสกัดหยาบ *Ch.cupreum*, D = อนุภาคนาโน *Ch.brasilense*, E = อนุภาคนาโน *Ch.globosum*, F = อนุภาคนาโน *Ch.cupreum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

### 4.3.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. brasiliense* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมาคือ สารสกัด crude hexane และ crude methanol ที่ความเข้มข้น 500 และ50 ppm มีค่าเท่ากับ 70 และ 67.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

สารสกัดหยาบของ *Ch.brasiliense* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude hexane ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีผลต่อความสูงของต้นและความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 21.23 และ 19.78 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude methanol ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีความสูงของต้นและความยาวราก เท่ากับ 16.31 และ 19.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยจะให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 18)

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. brasiliense* ต่อการงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 พบว่า สารสกัด crude hexane จาก *Ch. brasiliense* ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมาคือ สารสกัด crude methanol และ crude ethyl acetate ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm มีค่าเท่ากับ 67.5 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้สารสกัดหยาบของ *Ch. brasiliense* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude methanol ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 22.33 และ 22.86 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 21.18 และ 22.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ ได้ให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 7, ภาพที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.2 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts ) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. globosum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ สารสกัด crude methanol และ crude hexane ที่ความเข้มข้น 500 และ 50 ppm มีค่าเท่ากับ 65 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

สารสกัดหยาบของ *Ch. globosum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude methanol ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm มีผลต่อความสูงของต้นและความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 15.30 และ 11.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 14.06 และ 9.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8, ภาพที่ 20)

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts ) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. globosum* ต่อการงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัด crude hexane ของ *Ch. globosum* ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 67.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate และ crude methanol ที่ความเข้มข้น 10 ppm มีค่าเท่ากับ 66 และ 65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้สารสกัดหยาบของ *Ch. globosum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude methanol ที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 12.76 และ 11.14 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 12.30 และ 11.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ ได้ให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9, ภาพที่ 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts ) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. cupreum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ สารสกัดจากตัวทำละลาย crude methanol และ crude hexane ที่ความเข้มข้น 500 และ 50 ppm มีค่า เท่ากับ 67.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

สารสกัดหยาบของ *Ch. cupreum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude methanol ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm มีผลต่อความความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 18.50 และ 15.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 18.07 และ 14.55 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 10, ภาพที่ 22)

จากการทดลองสารสกัดหยาบ (Crude extracts ) crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. cupreum* ต่อการงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารสกัด crude hexane ที่ความเข้มข้น 10 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ สารสกัด crude methanol และ crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 500 และ 50 ppm มีค่าเท่ากับ 67.5 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้สารสกัดหยาบของ *Ch. cupreum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า สารสกัด crude hexane ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 12.60 และ 11.27 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ สารสกัด crude ethyl acetate ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 12.49 และ 10.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ ได้ให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11, ภาพที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.4 ประสิทธิภาพของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. brasiliense* ต่อ การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. brasiliense* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ Nano-CBM และ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 3 และ 5 ppm มีค่าเท่ากับ 67.5 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

สารอนุภาคนาโนของ *Ch. brasiliense* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า Nano-CBH ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีผลต่อความความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 20.43 และ 23.71 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 3 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 19.81 และ 20.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้น และความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 12, ภาพที่ 24)

จากการทดลองสารอนุภาคนาโนของ *Ch. brasiliense* ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด Hexane, Ethyl acetate และ Methanol พบว่า สารอนุภาคนาโนของ Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 3 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมา คือ สารอนุภาคนาโนจากตัวทำละลาย Nano-CBM และ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 5 ppm มีค่าเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้สารอนุภาคนาโน จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. brasiliense* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า Nano-CBE ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 18.30 และ 17.60 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBM ที่ความเข้มข้น 5 ppm มีความยาวยอดและความยาวราก เท่ากับ 17.80 และ 16.22 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้น และความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 13, ภาพที่ 25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.5 ประสิทธิภาพของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch.globosum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 3 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมาคือ Nano-CBM และ Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 และ3 ppm มีค่าเท่ากับ 70 และ 67.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

สารอนุภาคนาโนของ *Ch.globosum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า Nano-CBM ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 21.90 และ 12.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 3 ppm มีความความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 21.71 และ 14.16 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้น และความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 14, ภาพที่ 26)

จากการทดลองสารอนุภาคนาโน จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. globosum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุดเท่ากับ 72.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมาคือ Nano-CBE และ Nano-CBM ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีค่าเท่ากับ 70 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้สารอนุภาคนาโนของ *Ch. globosum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) โดยพบว่า Nano-CBH ที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 19.53 และ 14.88 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 19.31 และ 13.80 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้น และความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 15, ภาพที่ 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.6 ประสิทธิภาพของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) ของเชื้อรา *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดลองสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. cupreum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า Nano-CBH และ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 1 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุดเท่ากับ 65 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือ Nano-CBM ความเข้มข้น 0 มีค่าเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด

และสารอนุภาคนาโน ของ *Ch. cupreum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า Nano-CBE ที่ระดับความเข้มข้น 3 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 15.03 และ 17.45 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 13.53 และ 17.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยทั้ง 3 ชนิดของตัวทำละลายจะให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้น และความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 16, ภาพที่ 28)

จากการทดลองสารอนุภาคนาโน จาก crude hexane, crude ethyl acetate และ crude methanol ของ *Ch. cupreum* ที่มีต่อการงอกของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า Nano-CBH ที่ความเข้มข้น 5 และ 7 ppm จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm และรองลงมาคือ Nano-CBM ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีค่าเท่ากับ 67.5 เปอร์เซ็นต์ และ Nano-CBE ที่ความเข้มข้น 1, 5 และ 7 ppm มีค่าเท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำที่สุด ยกเว้น ใน Nano-CBH ที่มีค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm

นอกจากนี้สารอนุภาคนาโนของ *Ch. cupreum* มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) โดยพบว่า Nano-CBH ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีผลต่อความสูงของต้น และความยาวรากมากที่สุด เท่ากับ 15.03 และ 18.89 มิลลิเมตร ตามลำดับ รองลงมา คือ Nano-CBM ที่ความเข้มข้น 1 ppm มีความสูงของต้น และความยาวราก เท่ากับ 13.57 และ 20.86 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงกว่าชุดการทดลองเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0 ppm อย่างมีนัยสำคัญ และที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ในทุกตัวทำละลายจะให้ความสูงของต้นและความยาวรากน้อยที่สุด (ตารางที่ 17, ภาพที่ 29)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 6** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts ) จาก *Ch.brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts ) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 45 | 12.72f1[1/] | 9.79de[1/] |
| | 10 | 25 | 16.37bc | 13.35b-d |
| | 50 | 52.5 | 17.58b | 15.81a-c |
| | 100 | 65 | 21.23a | 19.78a |
| | 500 | 70 | 9.19g | 10.10de |
| | 1000 | 27.5 | 5.17h | 5.67f |
| Ethyl acetate | 0 | 45 | 12.32f | 9.73de |
| | 10 | 67.5 | 15.39b-e | 12.29cd |
| | 50 | 72.5 | 13.04ef | 16.02a-c |
| | 100 | 42.5 | 12.32f | 10.27de |
| | 500 | 60 | 12.69f | 10.38de |
| | 1000 | 30 | 6.02h | 4.65f |
| Methanol | 0 | 65 | 12.77f | 10.29de |
| | 10 | 60 | 13.67d-f | 14.55bc |
| | 50 | 67.5 | 15.52b-d | 13.70b-d |
| | 100 | 65 | 16.31bc | 19.45a |
| | 500 | 65 | 13.98c-f | 17.50ab |
| | 1000 | 45 | 9.94g | 6.97ef |
| | C.V. (%) | | 11.75 | 21.46 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 7** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude extracts ) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts ) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 65 | 12.41f-h[1/] | 11.86f-h[1/] |
| | 10 | 57.5 | 17.02cd | 17.82b |
| | 50 | 72.5 | 20.21ab | 21.01a |
| | 100 | 67.5 | 14.68d-f | 16.80b-d |
| | 500 | 42.5 | 11.14g-i | 14.23d-f |
| | 1000 | 40 | 8.96i | 9.71hi |
| Ethyl acetate | 0 | 62.5 | 13.17e-g | 11.94f-h |
| | 10 | 57.5 | 16.60c | 14.44c-f |
| | 50 | 52.5 | 19.03bc | 16.95bc |
| | 100 | 70 | 21.18ab | 22.64a |
| | 500 | 42.5 | 17.16cd | 15.34b-e |
| | 1000 | 40 | 9.39i | 9.25i |
| Methanol | 0 | 62.5 | 13.02e-g | 11.34g-i |
| | 10 | 52.5 | 16.35cd | 14.12ef |
| | 50 | 57.5 | 18.53bc | 15.32b-e |
| | 100 | 67.5 | 22.33a | 22.86a |
| | 500 | 62.5 | 15.15de | 13.62e-g |
| | 1000 | 40 | 10.04hi | 10.09hi |
| | C.V. (%) | | 11.36 | 11.09 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 8** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts ) จาก *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts ) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 55 | 10.00c-f[1/] | 5.82c-e[1/] |
| | 10 | 52.5 | 12.26bc | 8.22bc |
| | 50 | 62.5 | 13.16ab | 9.72ab |
| | 100 | 57.5 | 11.72b-d | 7.15b-d |
| | 500 | 55 | 9.39d-f | 5.50c-e |
| | 1000 | 52.5 | 8.37f | 3.70ef |
| Ethyl acetate | 0 | 60 | 9.50d-f | 5.83c-e |
| | 10 | 65 | 11.61b-e | 7.34b-d |
| | 50 | 70 | 10.03c-f | 7.52b-d |
| | 100 | 52.5 | 14.06ab | 9.01ab |
| | 500 | 40 | 9.92c-f | 4.75d-f |
| | 1000 | 35 | 6.09g | 2.28f |
| Methanol | 0 | 60 | 9.57d-f | 7.72b-d |
| | 10 | 50 | 11.55b-e | 8.02bc |
| | 50 | 55 | 12.4bc | 9.25ab |
| | 100 | 62.5 | 14.02ab | 10.08ab |
| | 500 | 65 | 15.30a | 11.77a |
| | 1000 | 45 | 9.07ef | 5.57c-e |
| | C.V. (%) | | 14.17 | 25.81 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 9** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts ) ของ *Ch. globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts ) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 65 | 10.82ab[1/] | 8.13c-f[1/] |
| | 10 | 65 | 11.52a | 10.68ab |
| | 50 | 67.5 | 10.38a-c | 10.25a-c |
| | 100 | 62.5 | 10.51a-c | 9.81a-d |
| | 500 | 62.5 | 9.92a-d | 7.56d-g |
| | 1000 | 60 | 6.35e | 6.40fg |
| Ethyl acetate | 0 | 65 | 9.57a-d | 8.13c-f |
| | 10 | 66 | 10.60a-c | 9.08b-e |
| | 50 | 57.5 | 12.30a | 11.52a |
| | 100 | 57.5 | 5.83e | 8.90 b-e |
| | 500 | 57.5 | 7.43c-e | 7.25e-g |
| | 1000 | 47.5 | 6.87de | 5.59g |
| Methanol | 0 | 60 | 8.07b-e | 7.63d-g |
| | 10 | 65 | 10.31a-c | 8.89 b-e |
| | 50 | 52.5 | 10.27a-c | 9.61a-e |
| | 100 | 55 | 12.76a | 11.14ab |
| | 500 | 45 | 11.57a | 10.24a-c |
| | 1000 | 32.5 | 6.24e | 5.34g |
| | C.V. (%) | | 21.04 | 16.46 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 10** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts ) จาก *Ch.cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 62.5 | 11.50e-g[1/] | 11.24d-f[1/] |
| | 10 | 52.5 | 15.84a-c | 12.97c-e |
| | 50 | 67.5 | 16.68ab | 19.71a |
| | 100 | 52.5 | 15.62a-c | 13.22cd |
| | 500 | 47.5 | 10.36fg | 10.35e |
| | 1000 | 40 | 8.52g | 6.21f |
| Ethyl acetate | 0 | 50 | 10.92e-g | 7.54g |
| | 10 | 57.5 | 13.00c-f | 10.62f |
| | 50 | 52.5 | 16.07a-c | 10.72f |
| | 100 | 72.5 | 18.07a | 14.55bc |
| | 500 | 60 | 11.50e-g | 5.53g |
| | 1000 | 47.5 | 8.61g | 2.46h |
| Methanol | 0 | 50 | 11.65-f | 12.49c-f |
| | 10 | 42.5 | 13.76b-e | 13.23cd |
| | 50 | 52.4 | 13.89b-e | 13.67bc |
| | 100 | 60 | 13.56b-e | 14.47bc |
| | 500 | 67.5 | 18.50a | 15.88b |
| | 1000 | 40 | 14.68c-d | 13.09cd |
| | C.V. (%) | | 14.35 | 12.77 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 11** ผลของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts ) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| สารสกัดหยาบ (Crude extracts ) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Hexane | 0 | 65 | 9.83b-d[1/] | 10.84a-c[1/] |
| | 10 | 70 | 12.60a | 11.27ab |
| | 50 | 62.5 | 8.17de | 9.49a-d |
| | 100 | 57.5 | 9.02c-e | 7.44de |
| | 500 | 42.5 | 8.40de | 5.95ef |
| | 1000 | 37.5 | 5.97d-f | 6.03ef |
| Ethyl acetate | 0 | 60 | 9.45b-d | 7.83de |
| | 10 | 50 | 11.41ab | 7.62de |
| | 50 | 62.5 | 12.49a | 10.52a-c |
| | 100 | 47.5 | 8.74c-e | 8.63cd |
| | 500 | 40 | 8.40de | 9.17a-d |
| | 1000 | 37.5 | 7.60f | 4.19f |
| Methanol | 0 | 60 | 7.10ef | 11.20ab |
| | 10 | 57.5 | 8.88c-e | 8.57cd |
| | 50 | 62.5 | 11.41ab | 11.54a |
| | 100 | 52.5 | 10.61a-c | 11.30ab |
| | 500 | 67.5 | 11.18ab | 8.99b-d |
| | 1000 | 42.5 | 7.92d-f | 8.65cd |
| | C.V. (%) | | 14.47 | 16.87 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 12** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Nano-CBH[2/] | 0 | 70 | 11.54fg[1/] | 11.42def[1/] |
| | 1 | 55 | 18.53a-c | 16.62c |
| | 3 | 60 | 19.25ab | 22.36ab |
| | 5 | 72.5 | 20.43a | 23.71a |
| | 7 | 65 | 17.76a-c | 13.54 c-e |
| | 10 | 52.5 | 9.78g | 9.96fg |
| Nano-CBE | 0 | 70 | 11.00fg | 9.32fg |
| | 1 | 65 | 11.40fg | 13.64c-e |
| | 3 | 52.5 | 19.81ab | 20.64ab |
| | 5 | 60 | 17.19bc | 14.07cd |
| | 7 | 50 | 14.11de | 9.93fg |
| | 10 | 45 | 10.13g | 4.65h |
| Nano-CBM | 0 | 70 | 10.94fg | 15.55c |
| | 1 | 60 | 14.37de | 19.62b |
| | 3 | 67.5 | 18.87a-c | 19.67ab |
| | 5 | 55 | 16.19cd | 10.49e-g |
| | 7 | 62.5 | 13.07ef | 10.12fg |
| | 10 | 42.5 | 8.94g | 7.75g |
| | C.V. (%) | | 11.77 | 14.83 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 13** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch. brasiliense* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี 80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 67 | 9.79g[1/] | 10.77g[1/] |
| | 1 | 72 | 12.33ef | 15.57c-e |
| Nano-CBH[2/] | 3 | 72.5 | 17.14ab | 19.02a |
| | 5 | 60 | 14.28c-e | 18.97a |
| | 7 | 50 | 13.08e | 18.16ab |
| | 10 | 42.5 | 9.95g | 11.5fg |
| | 0 | 67 | 10.77fg | 10.78 |
| | 1 | 67.5 | 13.97c-e | 13.95de |
| Nano-CBE | 3 | 60 | 15.63b-d | 14.54de |
| | 5 | 70 | 18.30a | 17.60a-c |
| | 7 | 55 | 13.88c-e | 13.58ef |
| | 10 | 40 | 9.65g | 10.34g |
| | 0 | 67 | 10.52fg | 10.54g |
| | 1 | 40 | 13.48de | 15.10de |
| Nano-CBM | 3 | 55 | 15.73b-d | 14.42de |
| | 5 | 70 | 17.80ab | 16.22b-d |
| | 7 | 67.5 | 15.91bc | 13.67ef |
| | 10 | 42.5 | 9.76g | 8.04h |
| | C.V. (%) | | 10.68 | 10.91 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P = 0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasiliense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 14** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch.globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Nano-CBH[2/] | 0 | 60 | 10.98fg[1/] | 10.32cde[1/] |
| | 1 | 52.5 | 12.61e-g | 14.46ab |
| | 3 | 67.5 | 13.66d-f | 13.08a-c |
| | 5 | 70 | 19.57ab | 15.14a |
| | 7 | 62.5 | 14.50de | 7.78e-g |
| | 10 | 42.5 | 9.70g | 2.45i |
| Nano-CBE | 0 | 65.5 | 10.69fg | 7.53fg |
| | 1 | 60 | 12.82e-g | 12.01bc |
| | 3 | 72.5 | 21.71a | 14.16ab |
| | 5 | 65 | 18.63bc | 7.83e-g |
| | 7 | 52.5 | 15.95cd | 6.80fg |
| | 10 | 42.5 | 9.82fg | 5.86gh |
| Nano-CBM | 0 | 60 | 12.02e-g | 8.82d-f |
| | 1 | 57.5 | 11.85e-g | 5.12g-i |
| | 3 | 47.5 | 19.65ab | 10.80cd |
| | 5 | 70 | 21.90a | 12.80a-c |
| | 7 | 65 | 15.84cd | 5.07g-i |
| | 10 | 50 | 10.88fg | 3.99hi |
| C.V. (%) | | | 13.40 | 19.43 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 15** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano-Particles) จาก *Ch.globosum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Nano-CBH[2/] | 0 | 65 | 10.29hi[1/] | 8.09d-f[1/] |
| | 1 | 72.5 | 19.53a | 14.88a |
| | 3 | 70 | 16.18b-e | 10.88bc |
| | 5 | 62.5 | 17.25a-c | 9.15c-e |
| | 7 | 50 | 15.76c-e | 8.72c-f |
| | 10 | 42.5 | 9.78hi | 7.96ef |
| Nano-CBE | 0 | 60 | 10.13hi | 8.88c-f |
| | 1 | 70 | 19.31a | 13.80a |
| | 3 | 67.5 | 16.69a-d | 12.78ab |
| | 5 | 50 | 11.00d-f | 8.36def |
| | 7 | 42.5 | 14.11gh | 7.30e-g |
| | 10 | 42.5 | 10.10hi | 5.36g |
| Nano-CBM | 0 | 60 | 7.94i | 9.22c-e |
| | 1 | 62.5 | 18.87ab | 10.47cd |
| | 3 | 57.5 | 14.87c-f | 9.42c-e |
| | 5 | 40 | 13.27e-g | 7.92ef |
| | 7 | 42.5 | 12.57f-h | 7.68ef |
| | 10 | 40 | 7.44i | 6.43fg |
| C.V. (%) | | | 13.91 | 16.04 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch.globosum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 16** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวสุพรรณบุรี1 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| Nano-CBH[2/] | 0 | 60 | 8.64ef[1/] | 10.73cd[1/] |
| | 1 | 65 | 13.53a-c | 17.52a |
| | 3 | 52.55 | 11.40cd | 11.84bc |
| | 5 | 55 | 12.36b-d | 10.55cd |
| | 7 | 52.5 | 11.66cd | 8.60d |
| | 10 | 45 | 7.88e-g | 5.71e |
| Nano-CBE | 0 | 65 | 8.05e-g | 10.22cd |
| | 1 | 57.5 | 12.98a-c | 13.52b |
| | 3 | 50 | 15.03a | 17.45a |
| | 5 | 37.5 | 14.47ab | 14.13b |
| | 7 | 55 | 10.19df | 13.27b |
| | 10 | 50 | 5.70g | 10.41cd |
| Nano-CBM | 0 | 60 | 7.96e-g | 9.36cd |
| | 1 | 52.5 | 8.60ef | 10.76cd |
| | 3 | 55 | 12.66a-d | 13.41b |
| | 5 | 47.5 | 11.91b-d | 10.41cd |
| | 7 | 42.5 | 8.55ef | 8.91d |
| | 10 | 40 | 6.68fg | 9.23cd |
| | C.V. (%) | | 13.36 | 14.47 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch. cupreum*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch.cupreum*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch. cupreum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

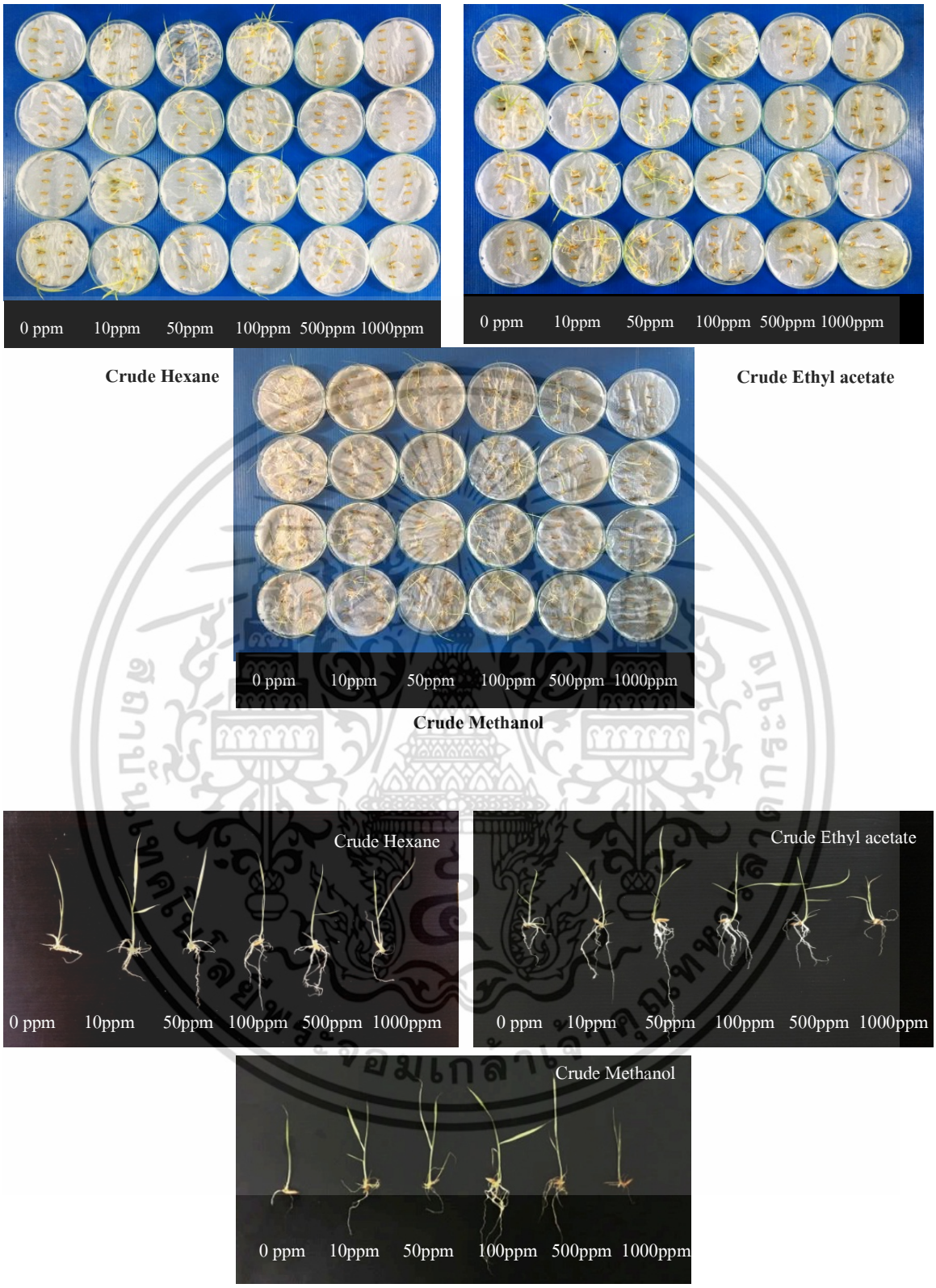
**ตารางที่ 17** ผลของสารอนุภาคนาโน (Nano Particles) จาก *Ch. cupreum* ต่อการเจริญเติบโตข้าวปทุมธานี80 เป็นระยะเวลา 7 วัน

| อนุภาคนาโน (Nano-particles) | ความเข้มข้น (ppm) | การงอก (%) | ความสูงของต้น[1/] (มิลลิเมตร) | ความยาวราก[1/] (มิลลิเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 52.5 | 8.80de[1/] | 10.06de[1/] |
| | 1 | 65 | 11.86bc | 9.55e |
| Nano-CBH[2/] | 3 | 70 | 12.80bc | 12.83b-d |
| | 5 | 75 | 15.03a | 20.86a |
| | 7 | 75 | 12.28bc | 10.60de |
| | 10 | 55 | 9.21de | 9.62e |
| | 0 | 50 | 9.36de | 10.79c-e |
| | 1 | 55 | 13.12a-c | 20.38a |
| Nano-CBE | 3 | 40 | 12.67bc | 15.53b |
| | 5 | 55 | 12.21bc | 13.69bc |
| | 7 | 55 | 8.56e | 8.53e |
| | 10 | 32.5 | 8.45e | 4.82f |
| | 0 | 60 | 9.33de | 10.04de |
| | 1 | 67.5 | 13.57ab | 18.89a |
| Nano-CBM | 3 | 52.5 | 12.43bc | 14.69b |
| | 5 | 60 | 10.88cd | 11.13c-e |
| | 7 | 57.5 | 9.06de | 9.54e |
| | 10 | 42.5 | 8.07e | 8.37e |
| | C.V. (%) | | 12.76 | 15.74 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

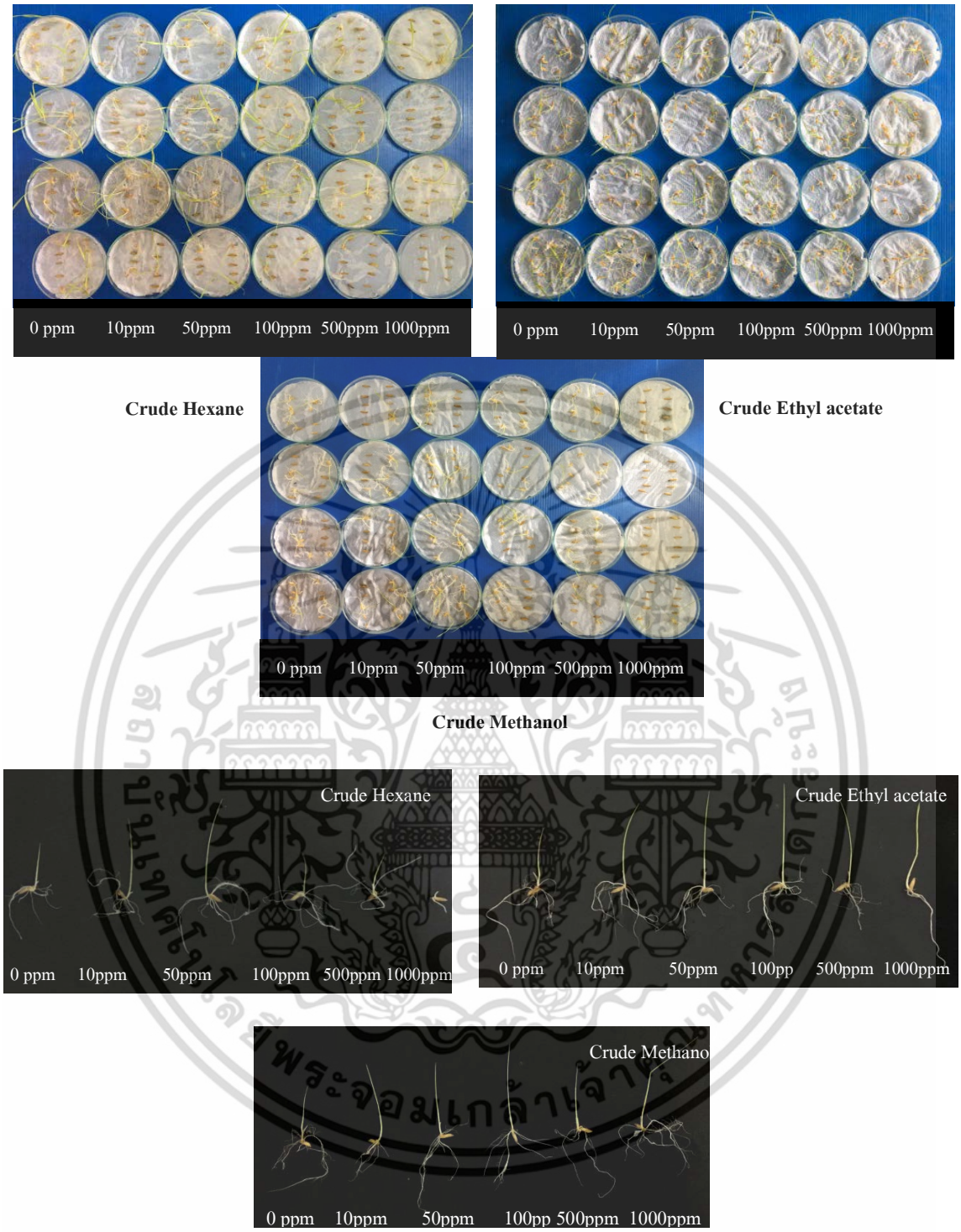
[2/] Nano-CBH คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก hexane crude extracts จากเชื้อรา *Ch. cupreum*
Nano-CBE คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก ethyl acetate crude extracts จากเชื้อรา *Ch.cupreum*
Nano-CBM คือ Nano-particles ที่ผลิตจาก methanol crude extracts จากเชื้อรา *Ch. cupreum*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



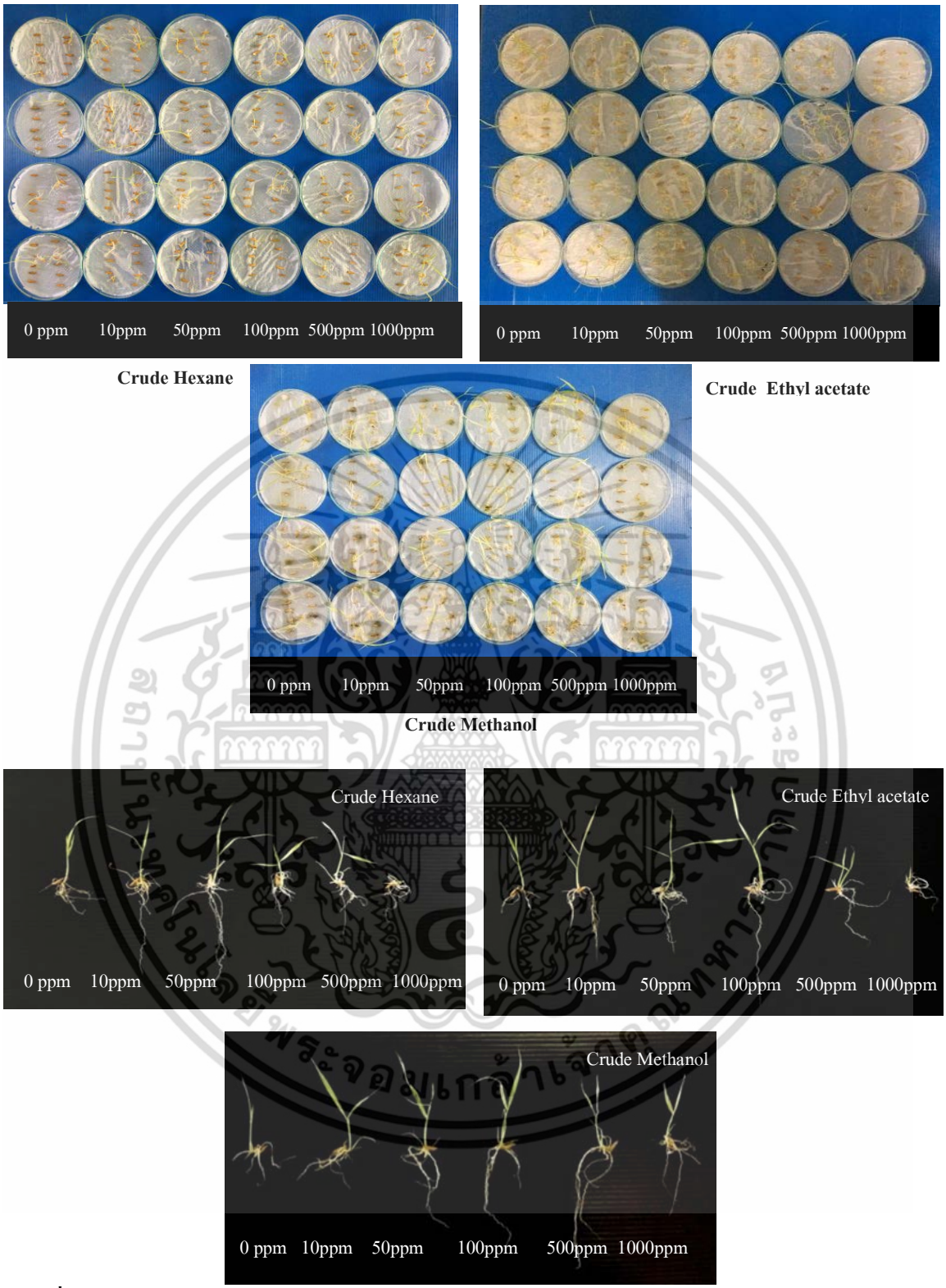

**ภาพที่ 18** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



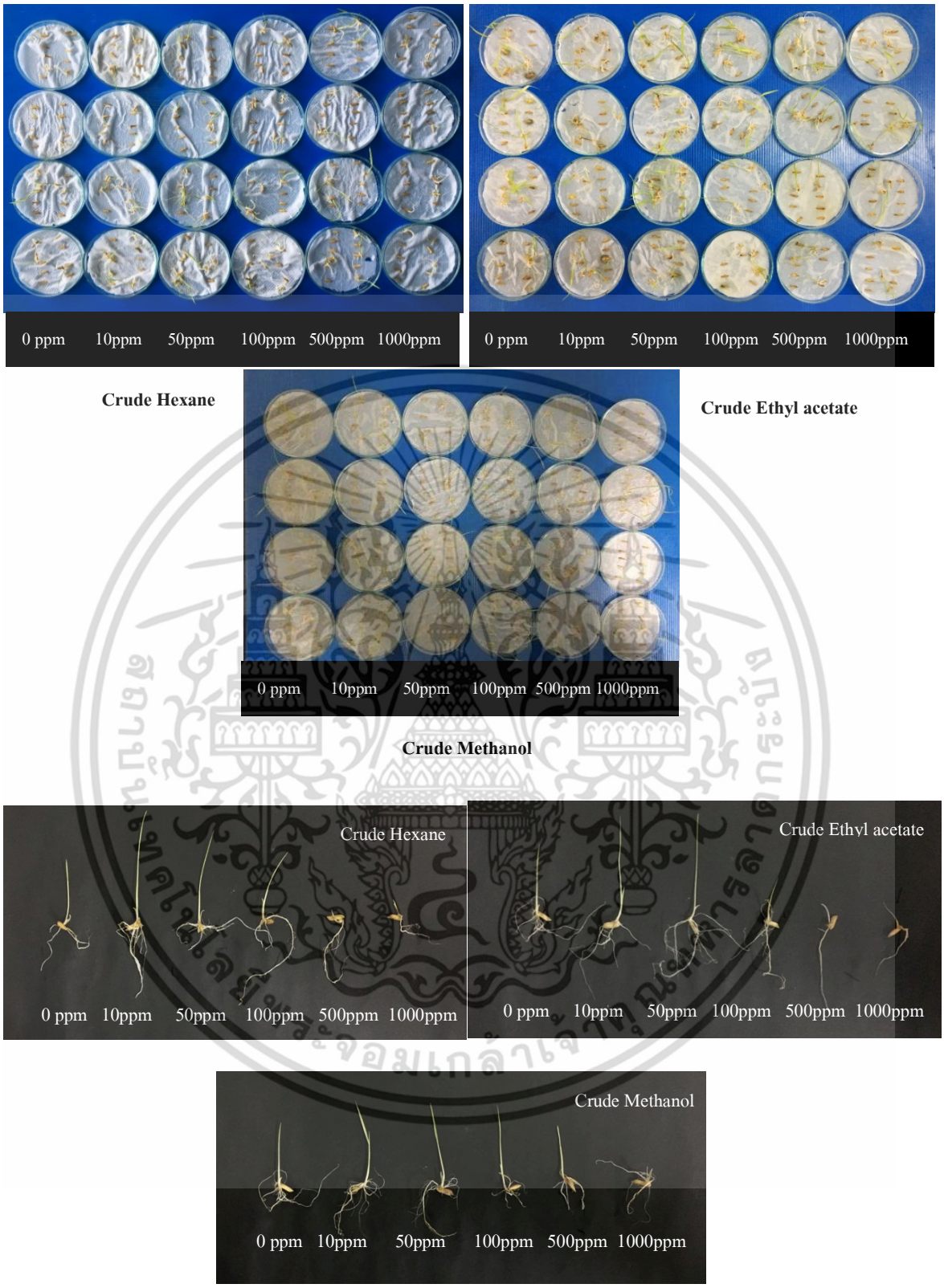

**ภาพที่ 19** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



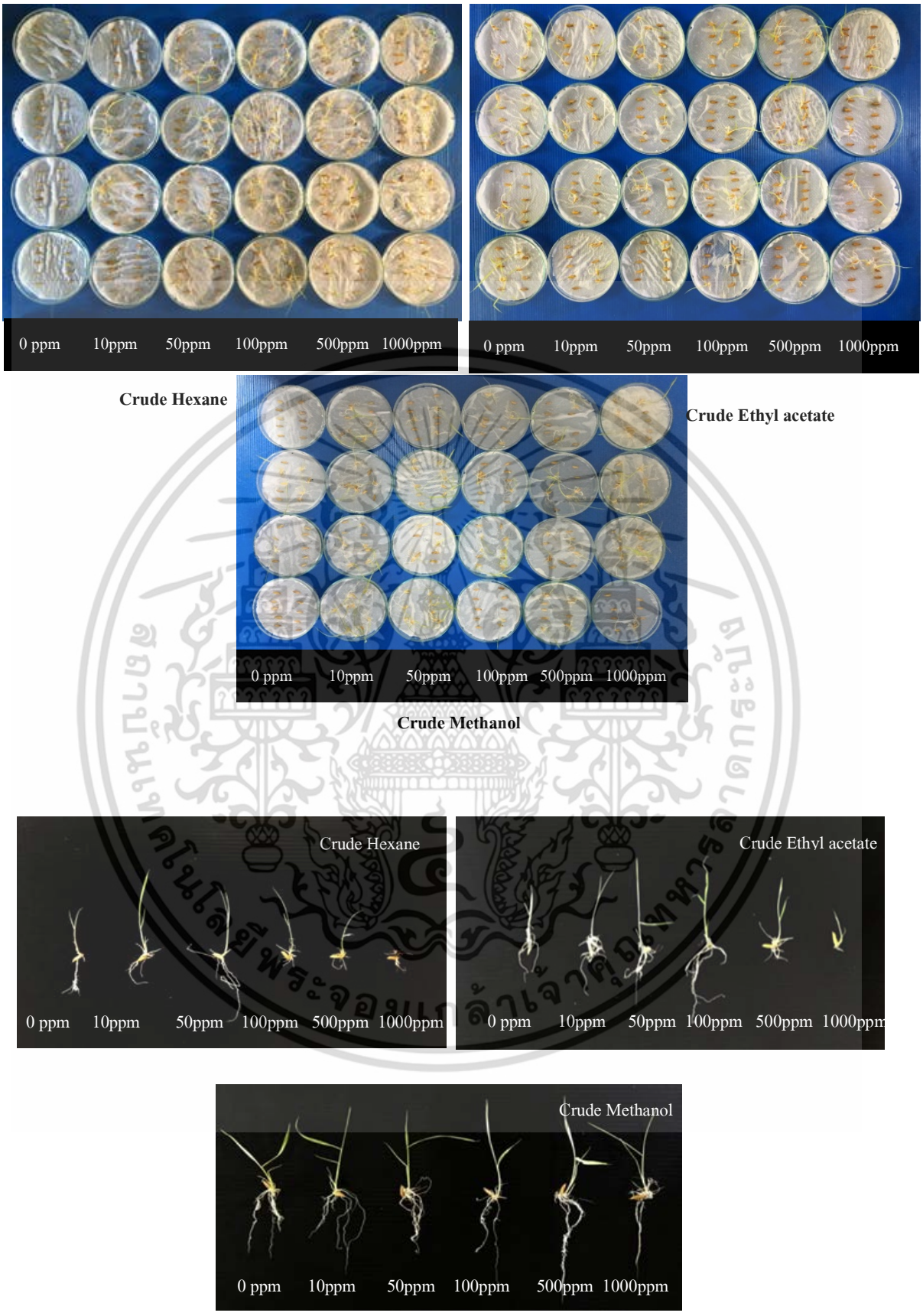

**ภาพที่ 20** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



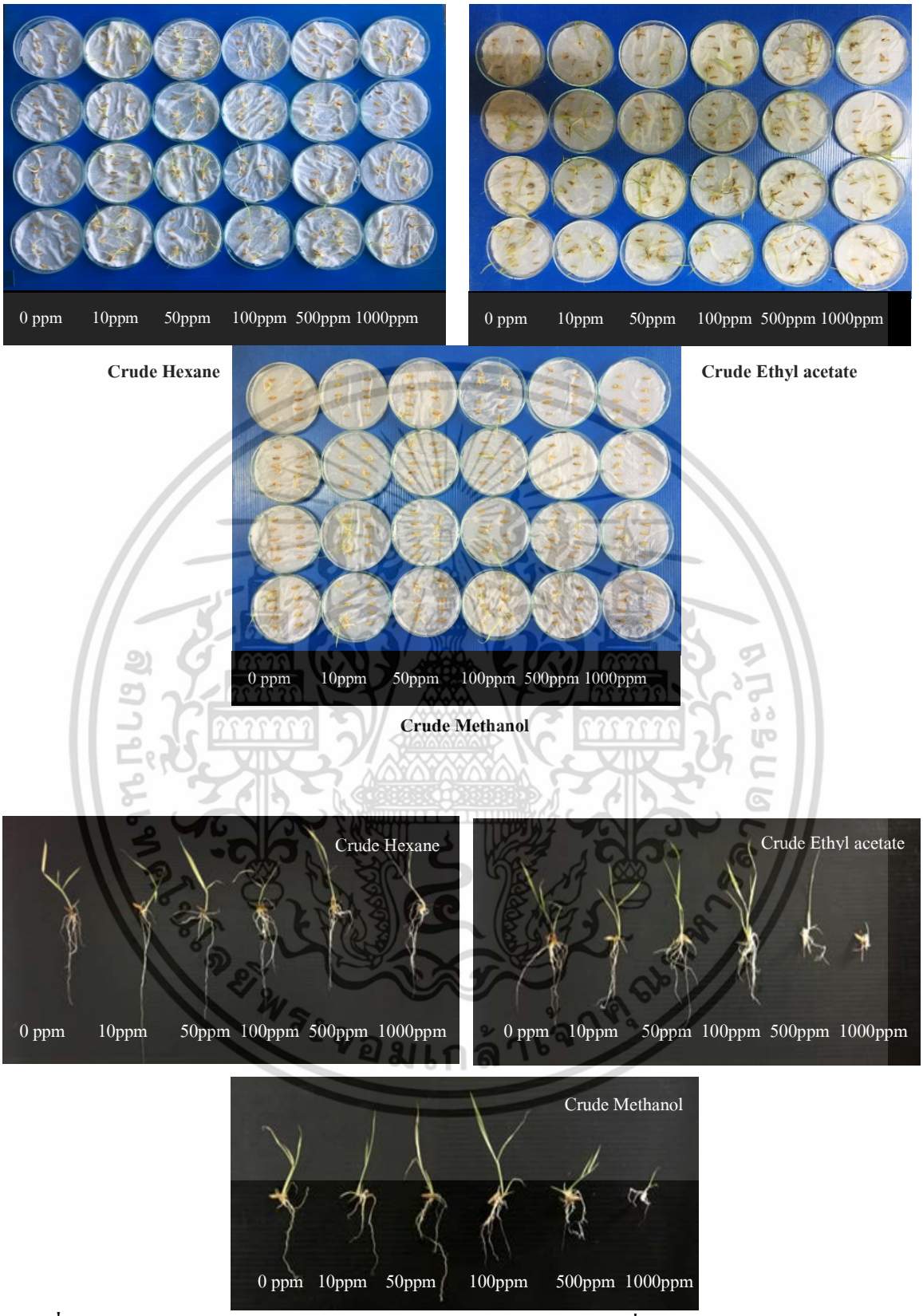

**ภาพที่ 21** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



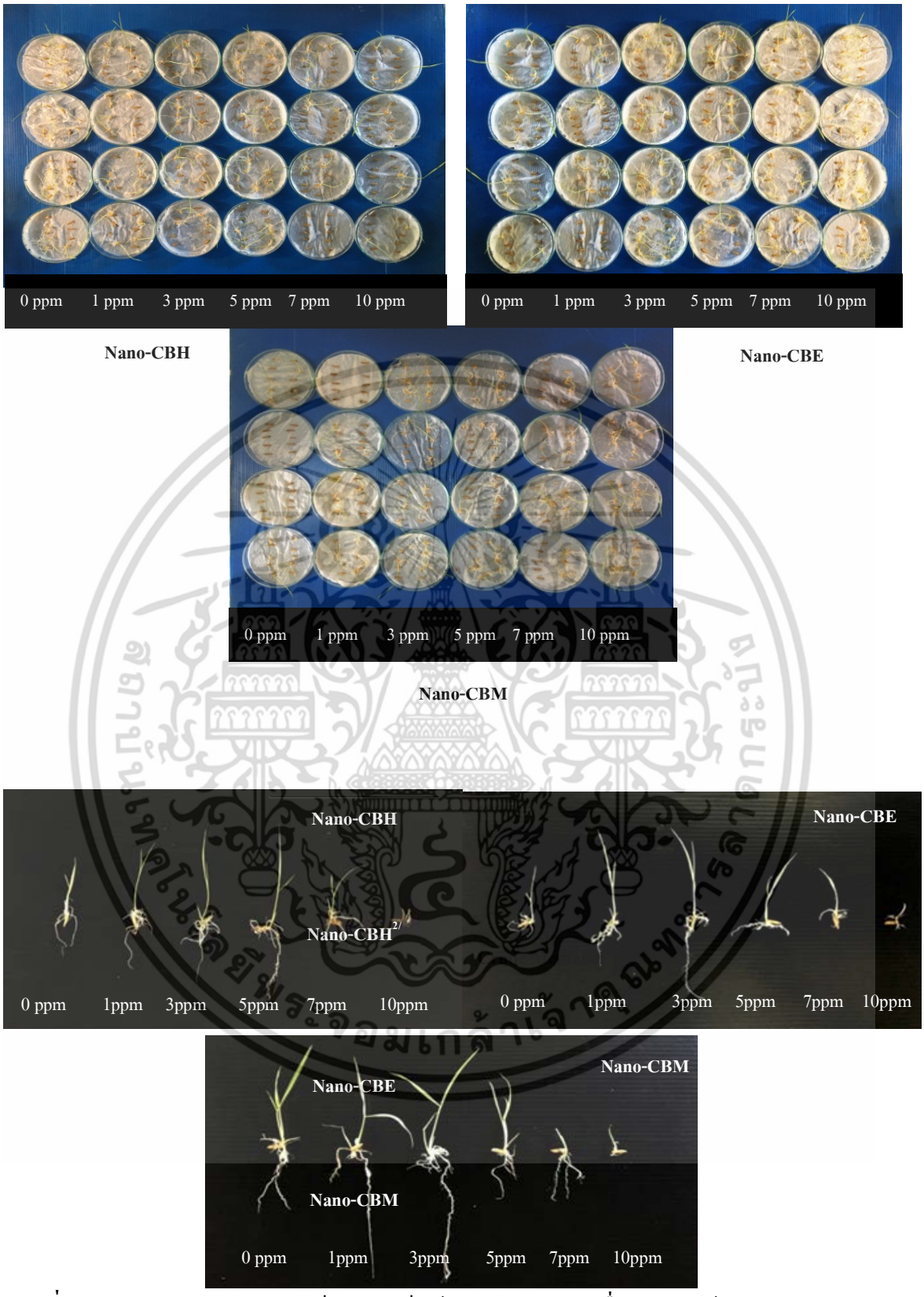

**ภาพที่ 22** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



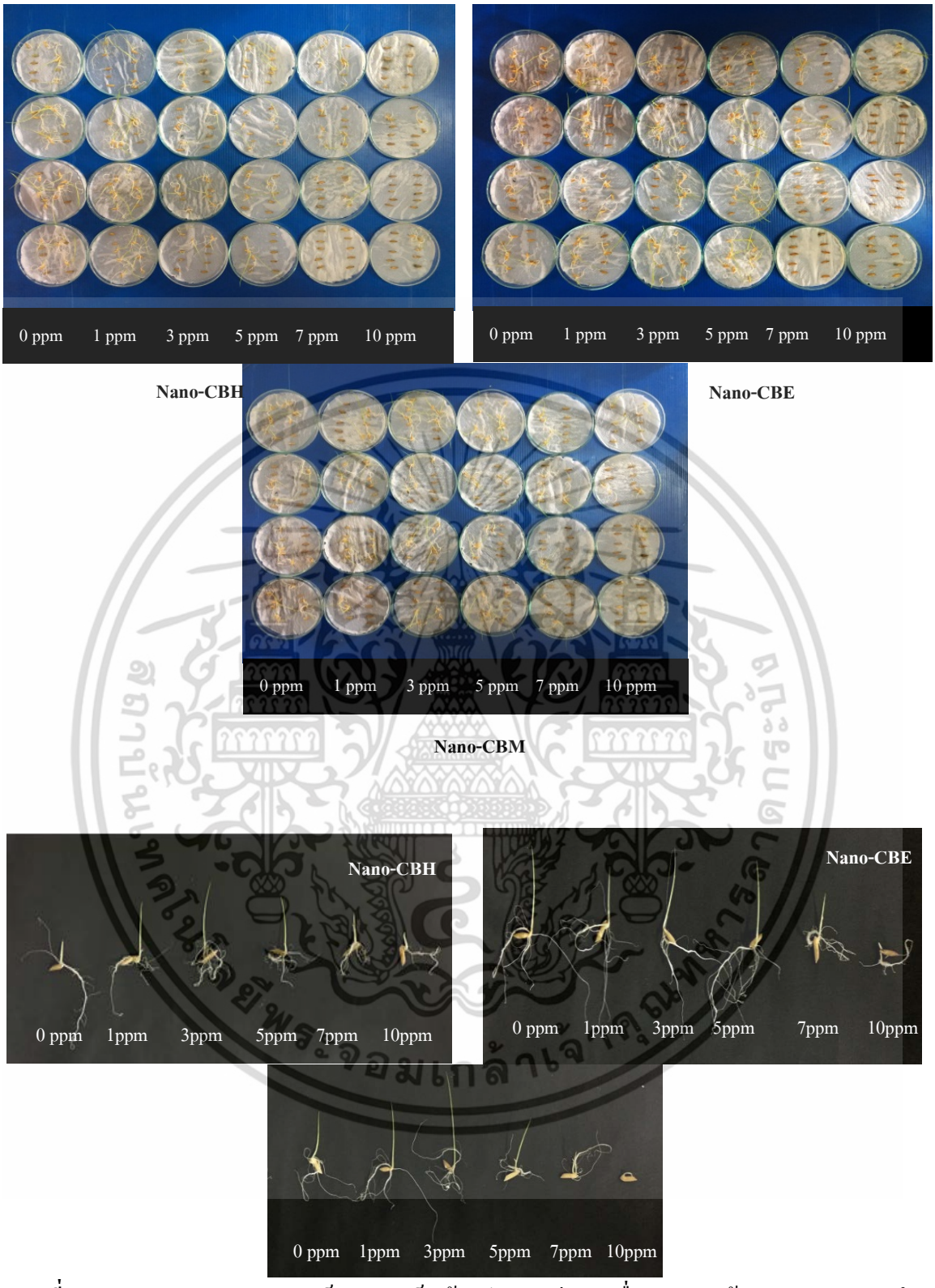

**ภาพที่ 23** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



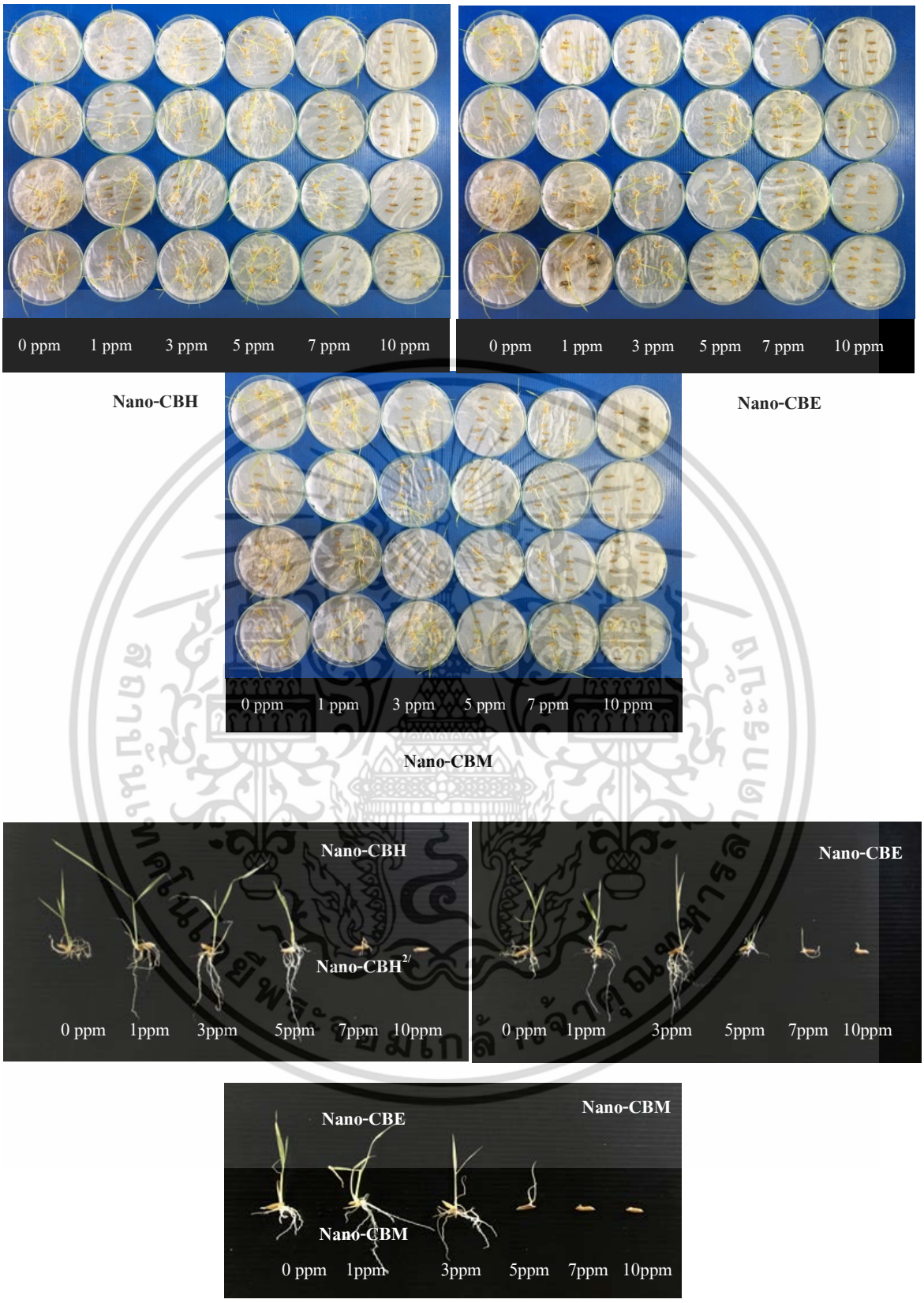

**ภาพที่ 24** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



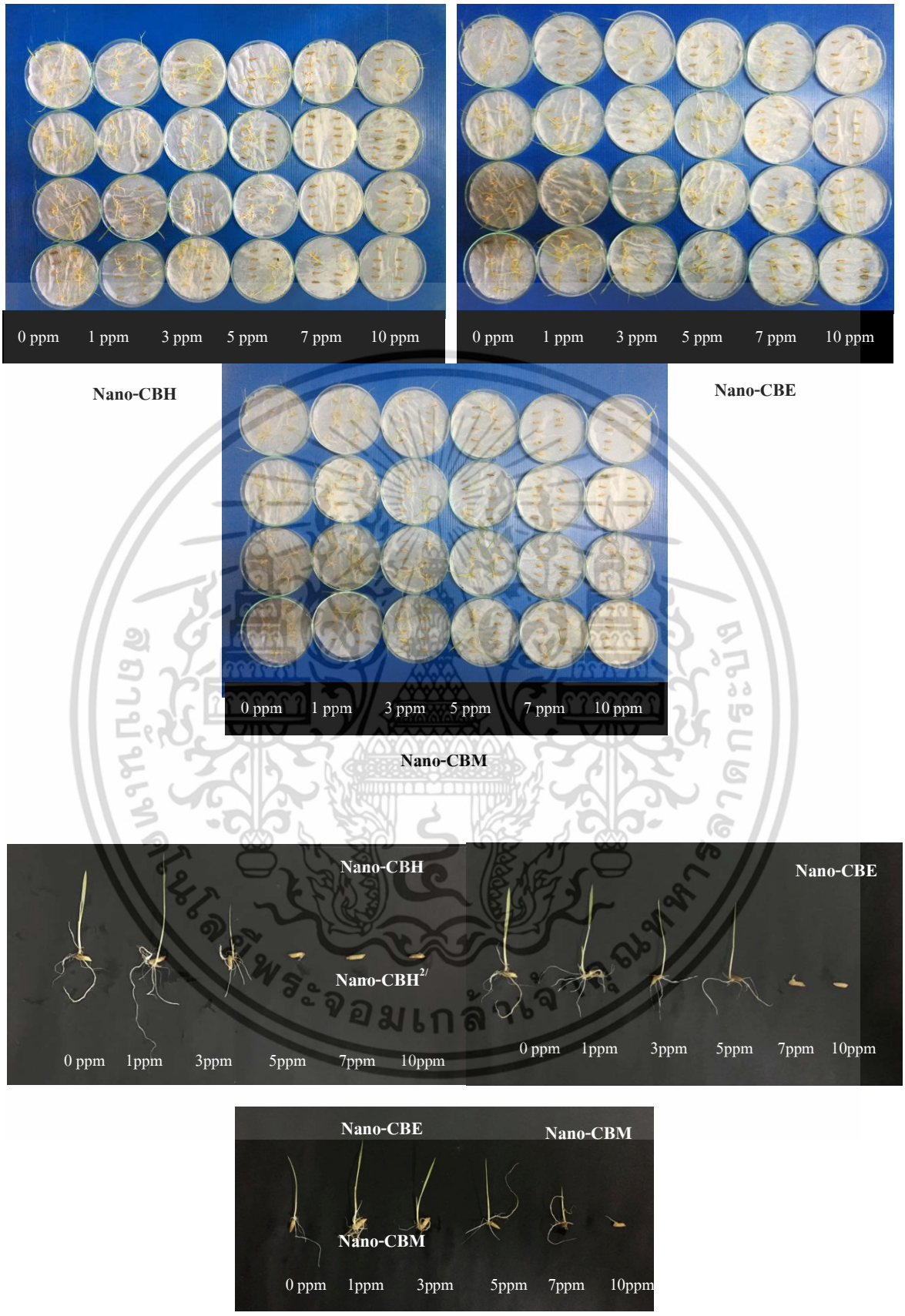

**ภาพที่ 25** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano- particles) ของเชื้อรา *Ch. brasiliense* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



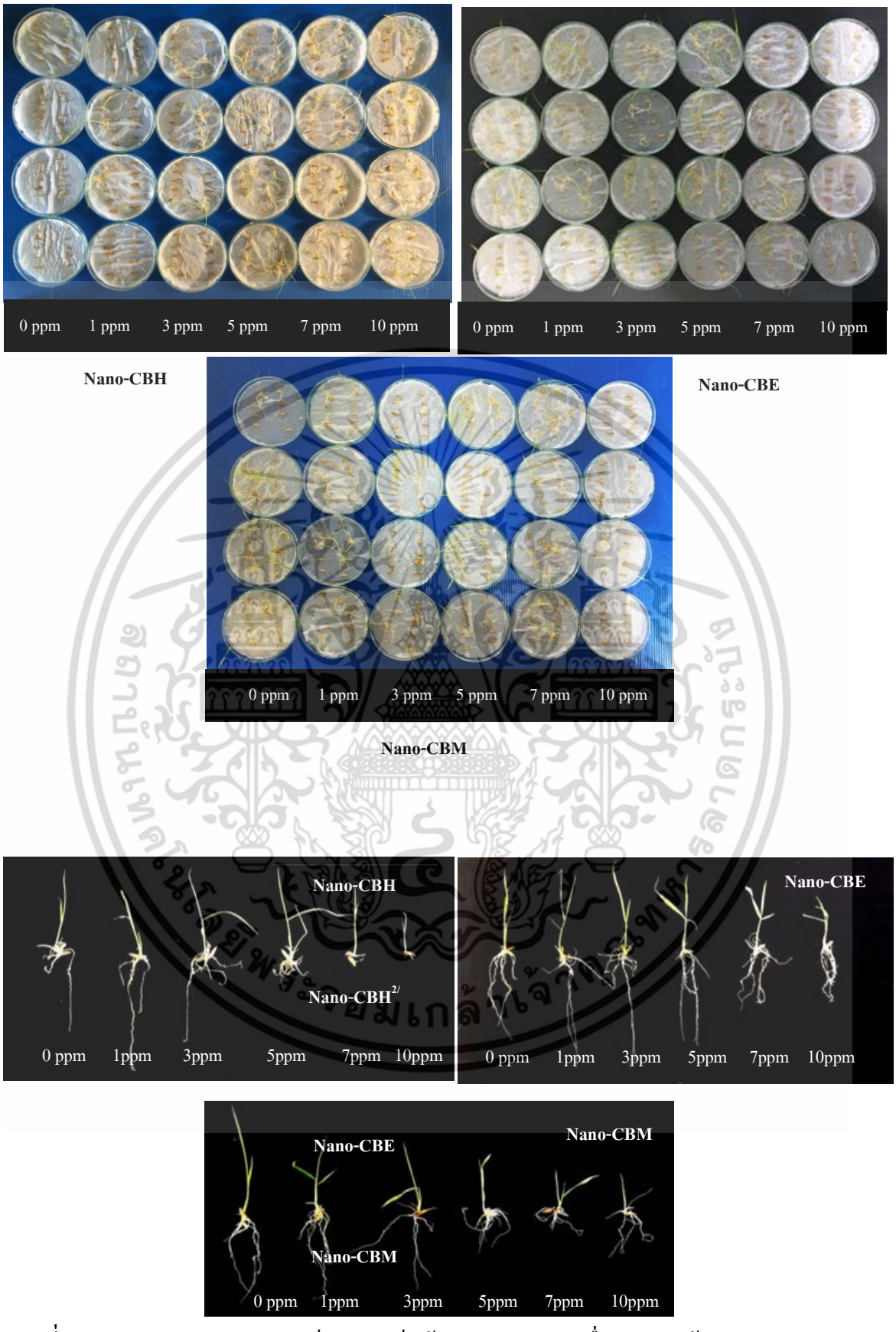

**ภาพที่ 26** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



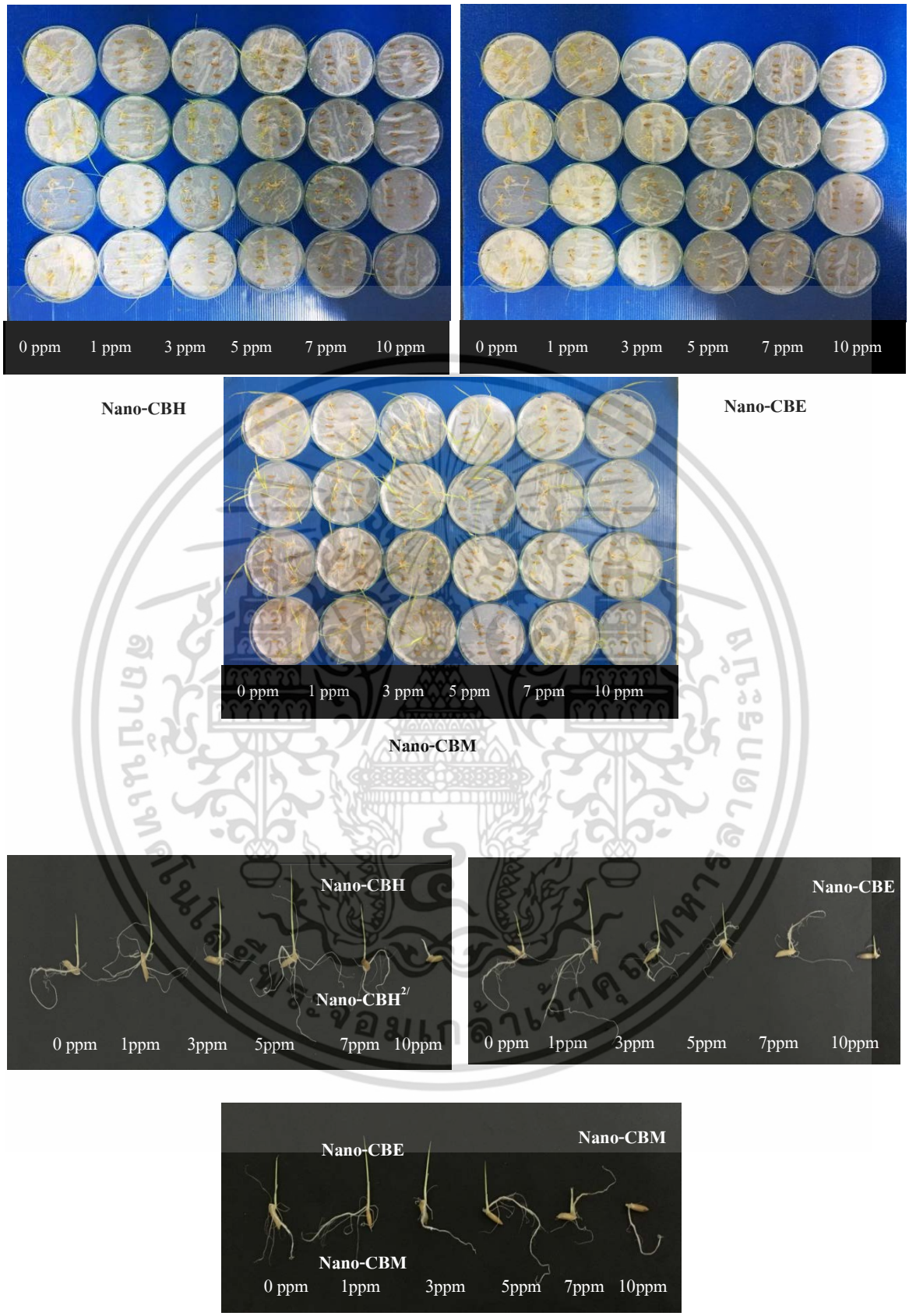

**ภาพที่ 27** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano-particles) ของเชื้อรา *Ch. globosum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 28** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวสุพรรณบุรี1 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano- particles) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 29** ลักษณะการงอกของเมล็ดของเมล็ดข้าวปทุมธานี80 เมื่อทดสอบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano- particles) ของเชื้อรา *Ch. cupreum* เป็นระยะเวลา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

### 4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทราในกระถางทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา (ตารางที่ 18 และภาพที่ 30) พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 18.7, 27.76 และ 38.63 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 2.41, 6.00 และ 8.16 ต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ สารอนุภาคนาโน (Nano particles) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 3 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 17.85, 24.09, และ 34.79 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 2.08, 4.24. และ 6.50 ต้น ตามลำดับ จากการทดลองทำให้ต้นข้าวมีการเจริญด้านความสูงของลำต้น และมีจำนวนการแตกกอของต้นข้าวสูงกว่าข้าวในชุดควบคุมเปรียบเทียบ (control) (ดังภาพที่ 31-34)

### 4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ในดินชุดฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา (ตารางที่ 19 และภาพที่ 35 ) พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 17.60, 29.24 และ 43.29 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 4.91, 9.00 และ 9.53 ต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ สารอนุภาคนาโน (Nano particles) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ความเข้มข้น 3 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 15.72, 26.11, และ 36.12 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 4.04, 7.83 และ 8.13 ต้น ตามลำดับ จากการทดลองทำให้ต้นข้าวมีการเจริญด้านความสูงของลำต้น และมีจำนวนการแตกกอของต้นข้าวสูงกว่าข้าวในชุดควบคุมเปรียบเทียบ (control) (ดังภาพที่ 36-39)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในดินชุดบางกอก ในกระถางทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก (ตารางที่ 20 และภาพที่ 40 ) พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 13.47, 21.24 และ 26.22 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 0.00, 0.16 และ 0.41 ต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ สารอนุภาคนาโน (Nano particles) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ความเข้มข้น 3 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 12.19, 19.92 และ 24.44 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีจำนวนการแตกกอต่อต้น เท่ากับ 0.00, 0.25, และ 0.58 ต้น ตามลำดับ จากการทดลองทำให้ต้นข้าวมีการเจริญด้านความสูงของลำต้น และมีจำนวนการแตกกอของต้นข้าวสูงกว่าข้าวในชุดควบคุมเปรียบเทียบ (control) (ดังภาพที่ 41-44)

### 4.4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง

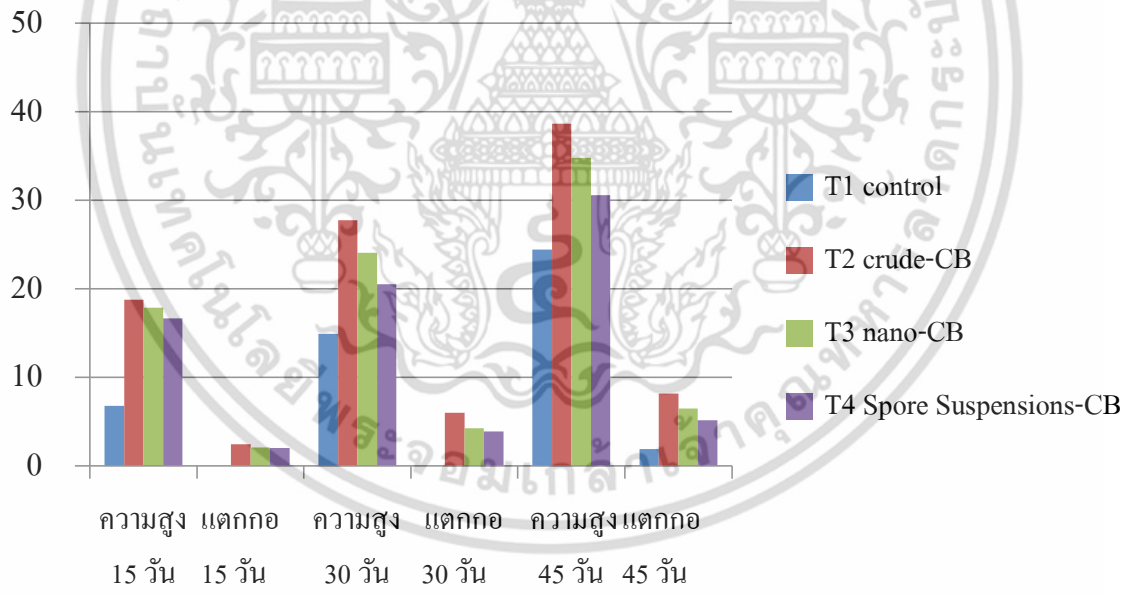
จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก (ตารางที่ 21 และภาพที่ 45 ) พบว่า การฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 13.41, 21.30 และ 26.74 เซนติเมตร ตามลำดับ จะมีจำนวนต้นต่อกอในระยะ 15 วัน เท่ากับ 1.33 ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในระยะ 30 และ 45 วัน จะมีจำนวนต้นต่อกอที่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 3.33 และ 7.33 ต้น ตามลำดับ รองลงมา คือ การฉีดพ่นทางใบด้วยสารอนุภาคนาโน (Nano particles) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 3 ppm เป็นเวลา 15, 30 และ 45 วัน ปรากฏว่า มีความสูงของลำต้น เท่ากับ 12.53, 19.36 และ 23.97 เซนติเมตร ตามลำดับ มีจำนวนต้นต่อกอในระยะ 15 วัน เท่ากับ 1.00 ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สถิติ แต่ในระยะ 30 และ 45 วัน จะมีจำนวนต้นต่อกอที่แตกต่างกันทางสถิติ เท่ากับ 1.66 และ 5.16 ต้น ตามลำดับ จากการทดลองทำให้ต้นข้าวมีการเจริญด้านความสูงของลำต้นและมีจำนวนการแตกกอของต้นข้าวสูงกว่าข้าวในชุดควบคุมเปรียบเทียบ (control) ) (ดังภาพที่ 46-49)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 18** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลอง

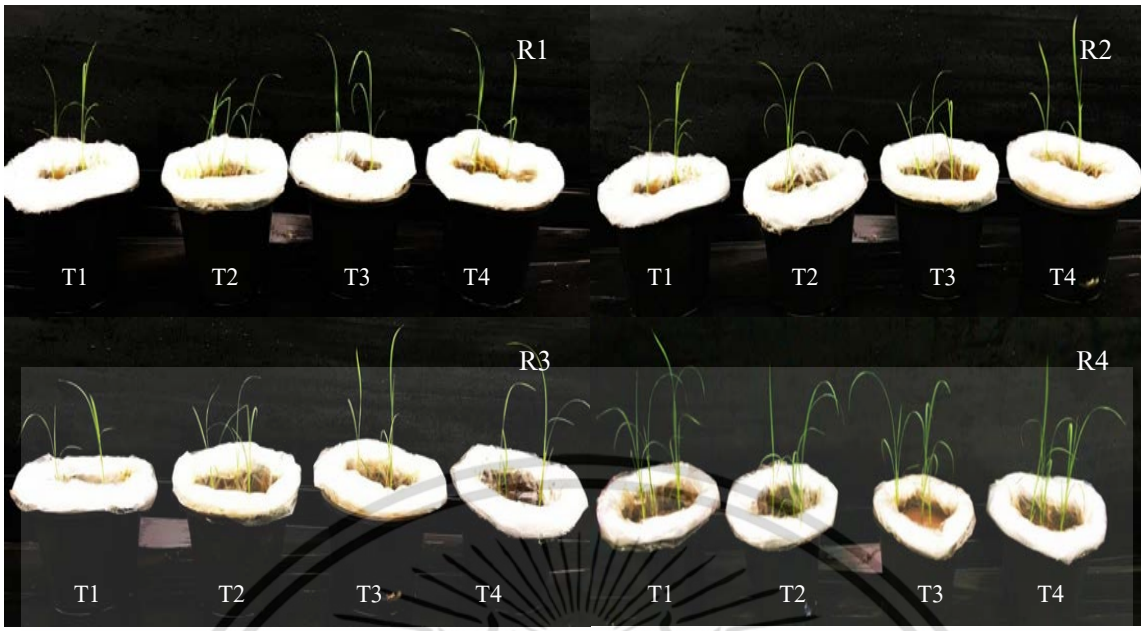
| วิธีการ | ความสูง[1/] (เซนติเมตร) | | | จำนวนต้นต่อกอ[1/] (ต้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** |
| T1 = Control | 6.78$^{c}$ | 14.90$^{d}$ | 24.42$^{d}$ | 0.00$^{b}$ | 0.00$^{c}$ | 1.91$^{c}$ |
| T2 = Crude-CB | 18.7$^{a}$ | 27.76$^{a}$ | 38.63$^{a}$ | 2.41$^{a}$ | 6.00$^{a}$ | 8.16$^{a}$ |
| T3 = Nano-CB | 17.85$^{ab}$ | 24.09$^{b}$ | 34.79$^{b}$ | 2.08$^{a}$ | 4.24$^{b}$ | 6.50$^{ab}$ |
| T4 = Spore suspensions-CB | 16.65$^{b}$ | 20.50$^{c}$ | 30.57$^{c}$ | 2.00$^{a}$ | 3.91$^{b}$ | 5.16$^{b}$ |
| C.V. (%) | 6.35 | 9.15 | 6.66 | 27.56 | 19.10 | 21.35 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

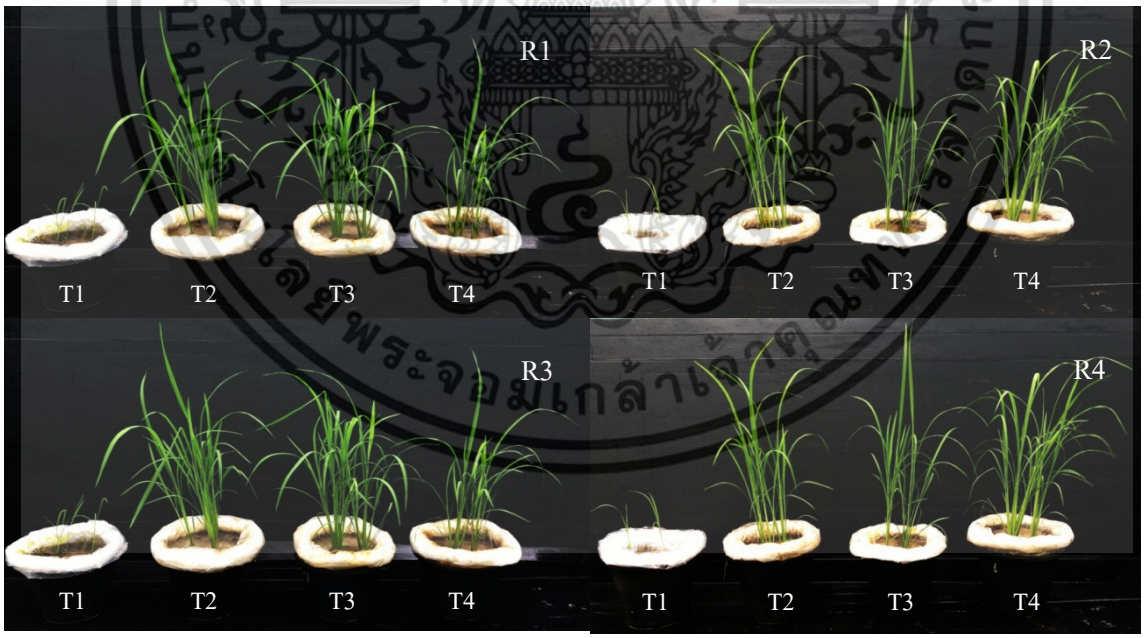



**ภาพที่ 30** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

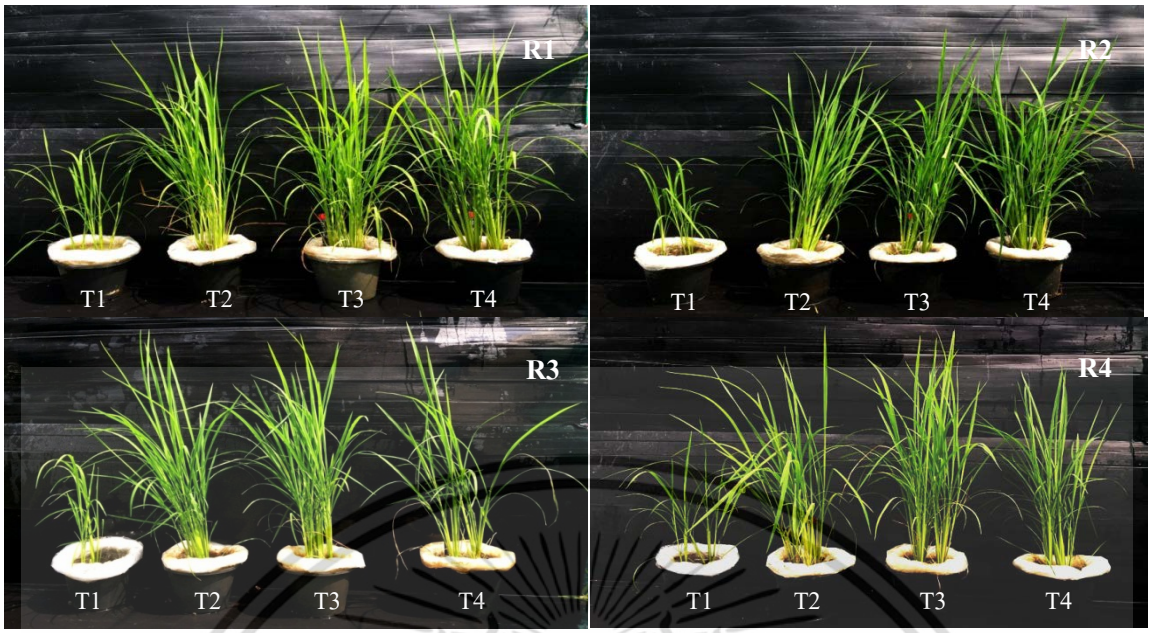



**ภาพที่ 31** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R = จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

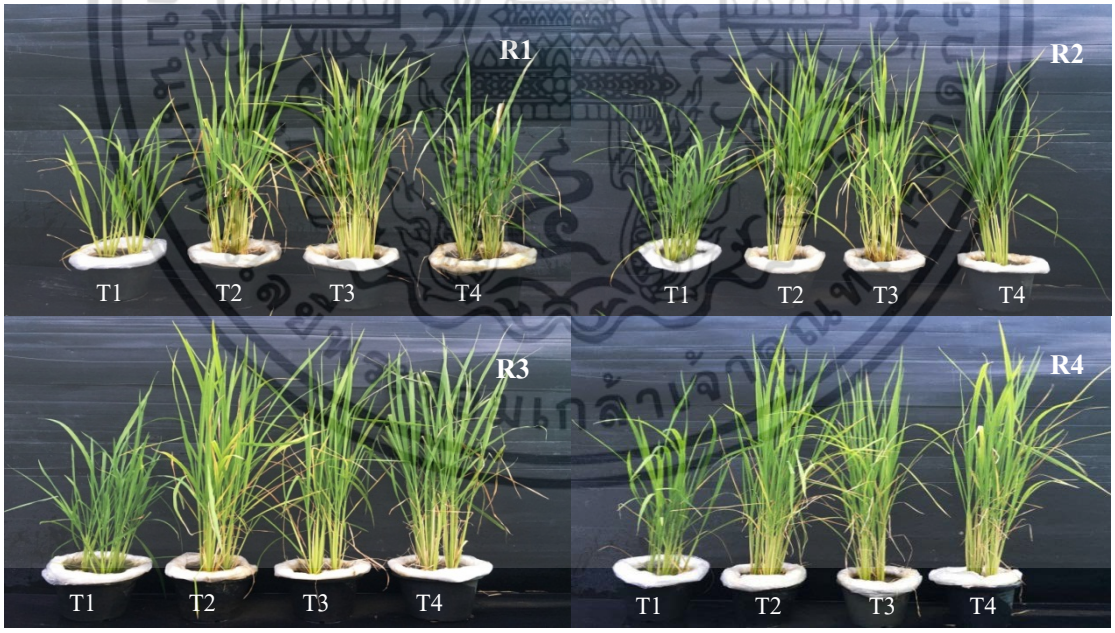



**ภาพที่ 32** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 33** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ที่ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*



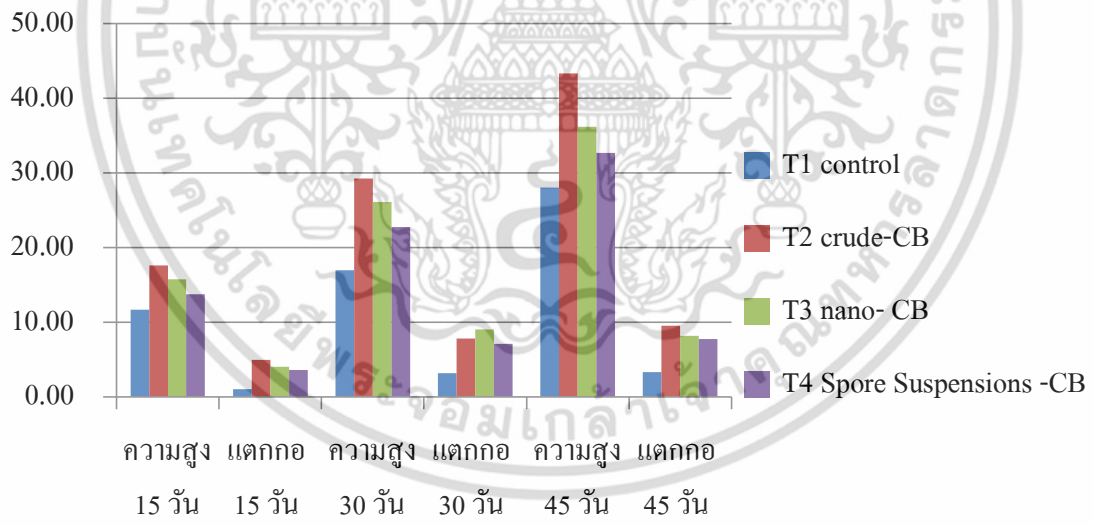

**ภาพที่ 34** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตางรางที่ 19** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ทำการทดสอบในชุดดินฉะเชิงเทรา ลงในกระถางทดลอง

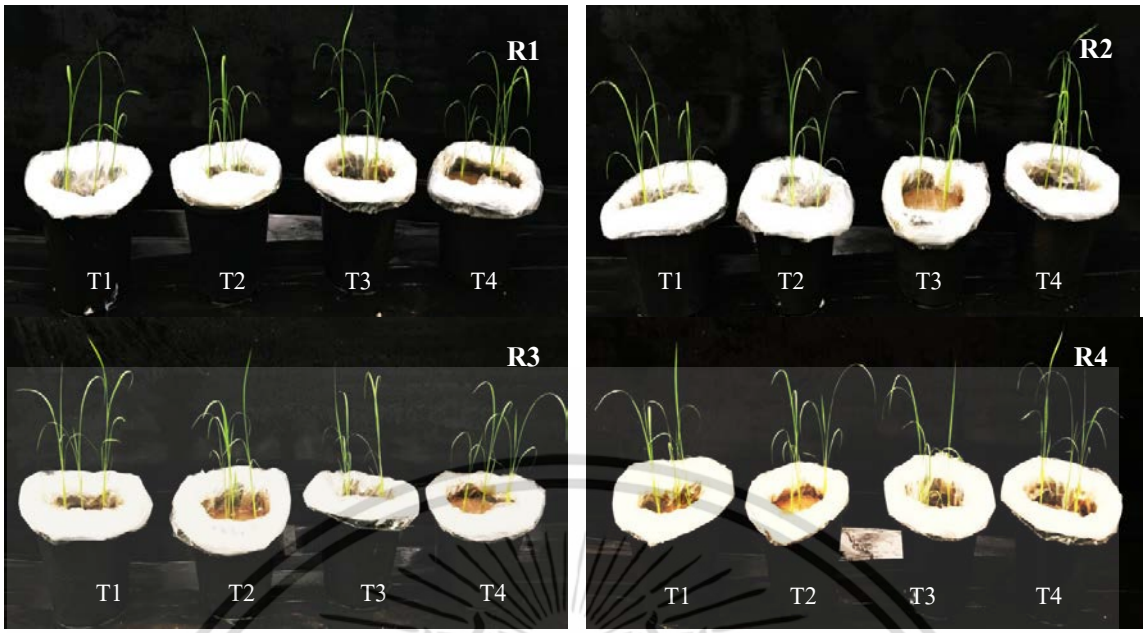
| วิธีการ | ความสูง[1/] (เซนติเมตร) | | | จำนวนต้นต่อกอ[1/] (ต้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** |
| T1 = Control | 11.65$^{d}$ | 19.45$^{d}$ | 28.04$^{d}$ | 0.50$^{b}$ | 3.16$^{c}$ | 3.33$^{c}$ |
| T2 = Crude-CB | 17.60$^{a}$ | 29.24$^{a}$ | 43.29$^{a}$ | 4.91$^{a}$ | 9.00$^{a}$ | 9.53$^{a}$ |
| T3 = Nano-CB | 15.72$^{b}$ | 26.11$^{b}$ | 36.12$^{b}$ | 4.04$^{a}$ | 7.83$^{ab}$ | 8.13$^{ab}$ |
| T4 = Spore suspensions-CB | 13.72$^{c}$ | 22.74$^{c}$ | 32.63$^{c}$ | 3.62$^{a}$ | 7.08$^{b}$ | 7.74$^{b}$ |
| C.V. (%) | 8.22 | 7.70 | 5.35 | 27.19 | 14.81 | 13.39 |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

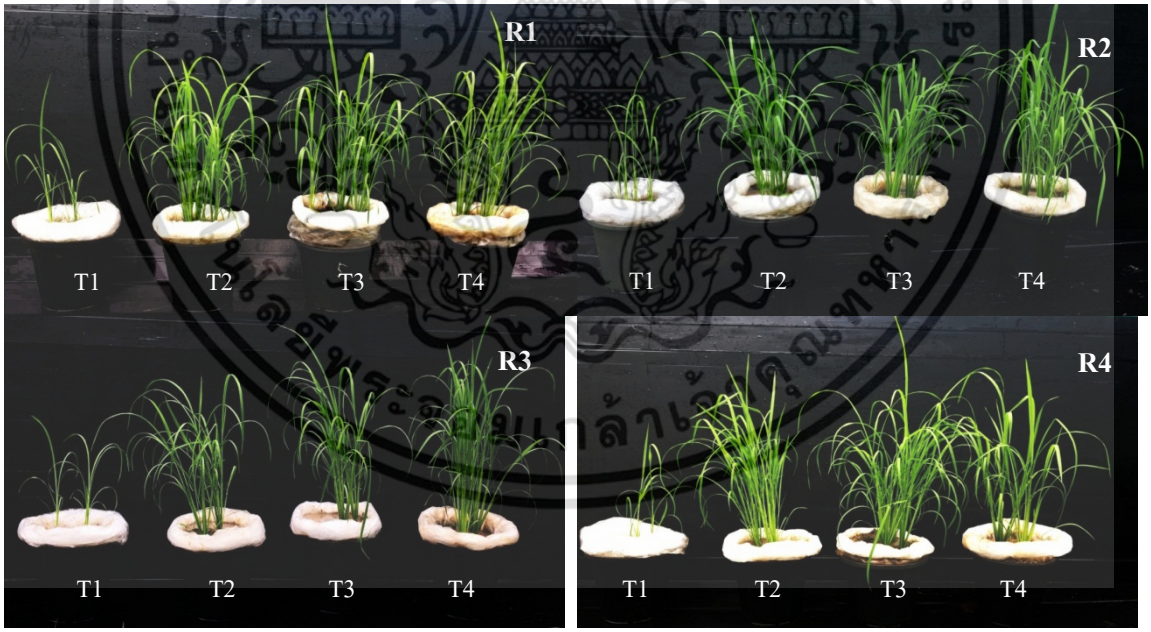



**ภาพที่ 35** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ทำการทดสอบในชุดดินฉะเชิงเทรา ลงในกระถางทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

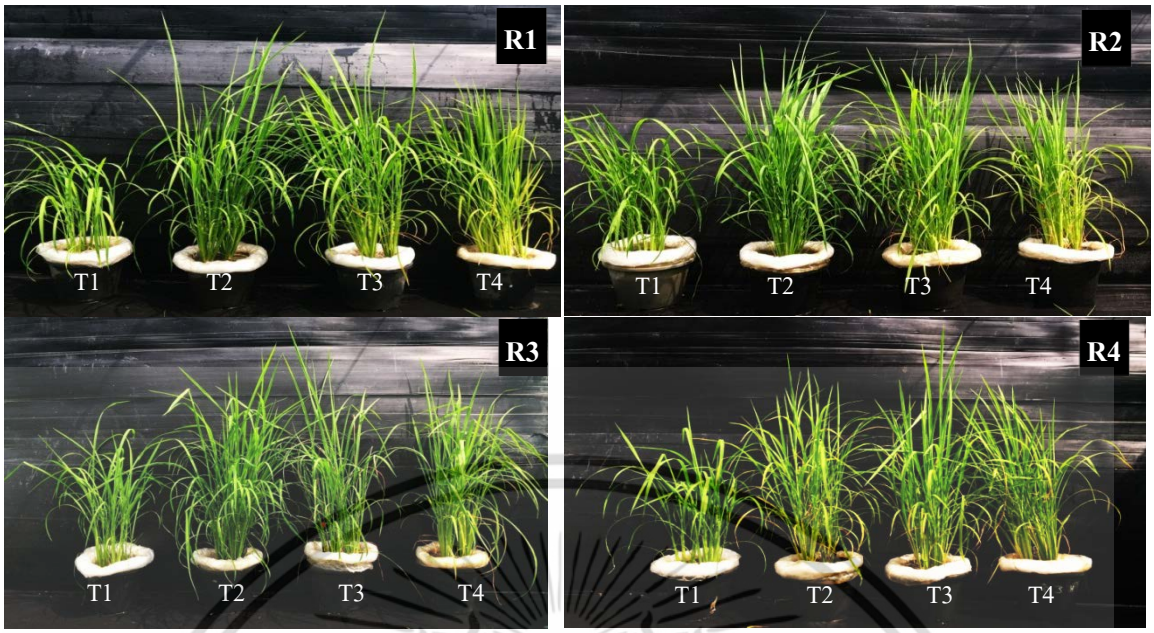



**ภาพที่ 36** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

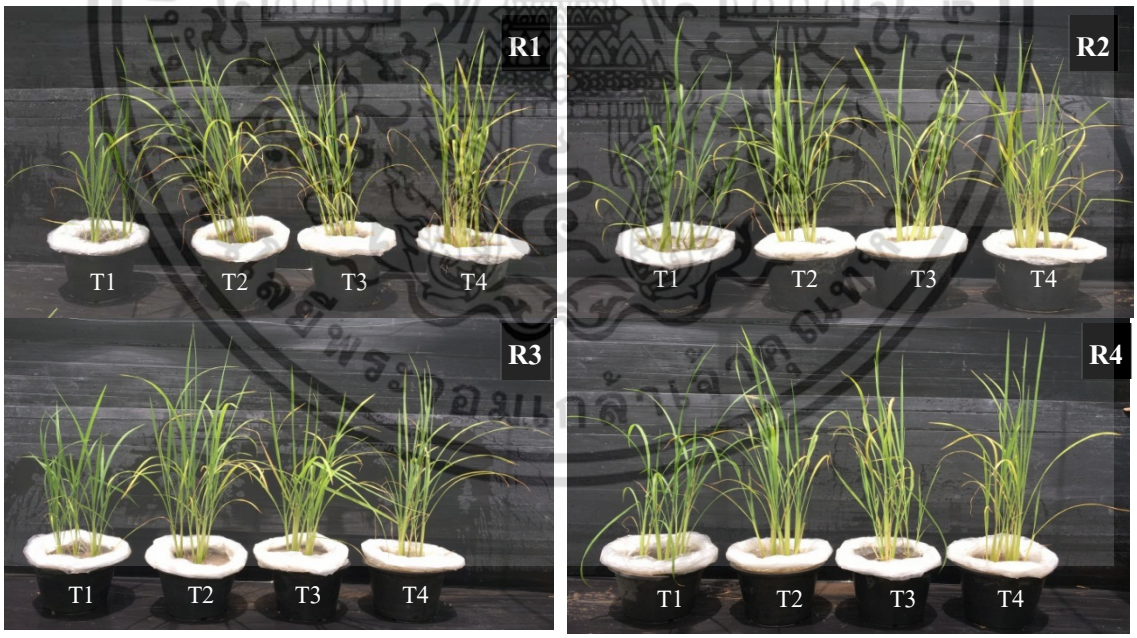



**ภาพที่ 37** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถาง ทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม , T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ *spore/*ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 38** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch.brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*



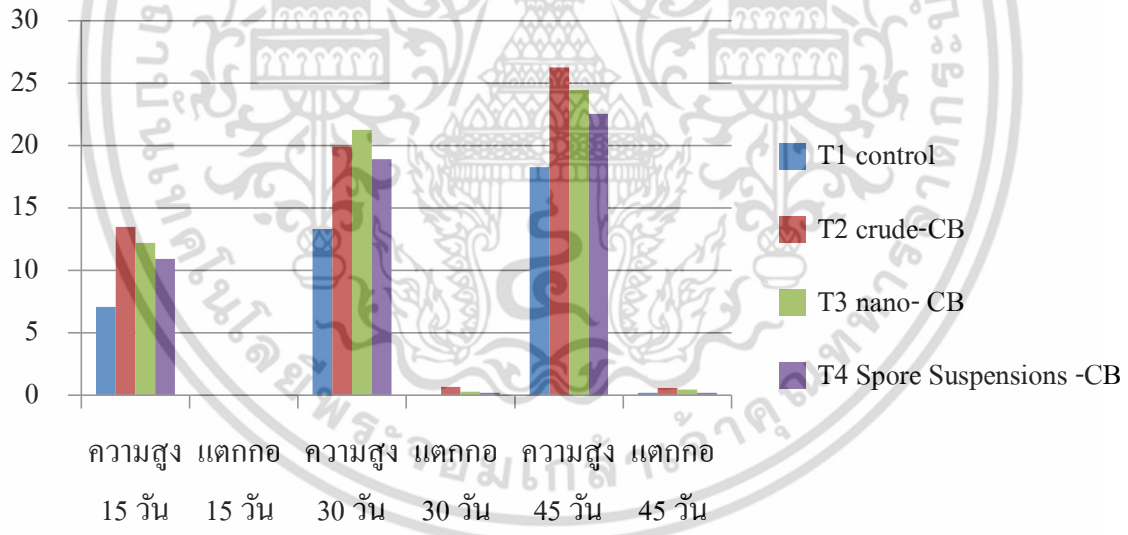

**ภาพที่ 39** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินฉะเชิงเทรา ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch.brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. Brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 20** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ที่ทำการทดสอบในชุดดินบางกอก ลงในลงกระถางทดลอง

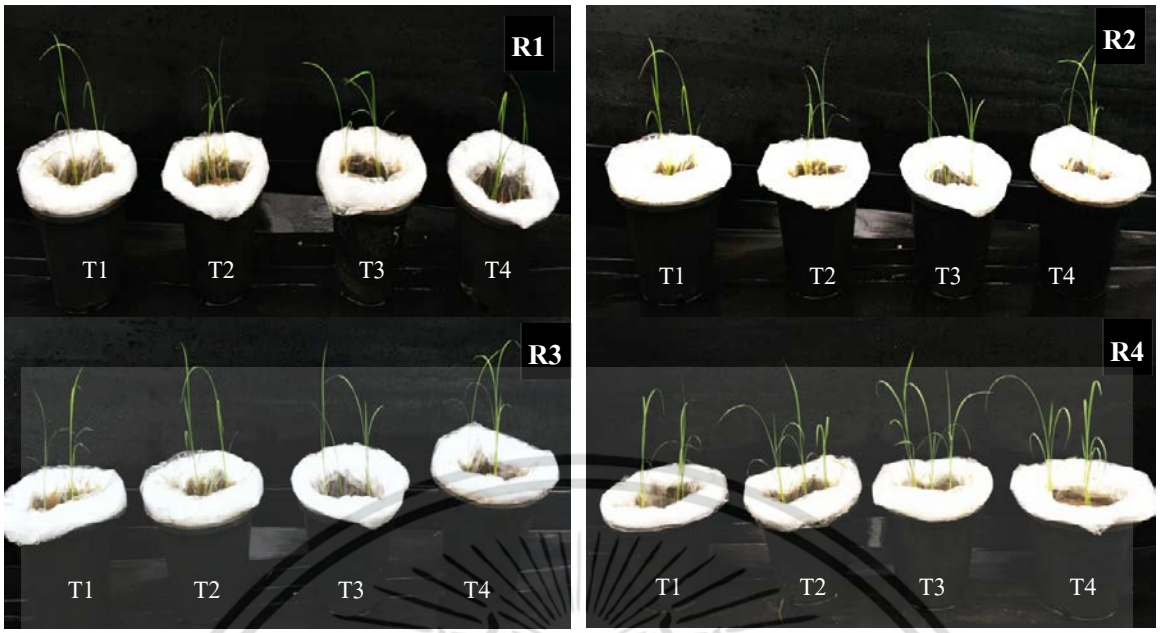
| วิธีการ | ความสูง[1/] (เซนติเมตร) | | | จำนวนต้นต่อกอ[1/] (ต้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 วัน | 30 วัน | 45 วัน | 15 วัน | 30 วัน | 45 วัน |
| T1 = Control | 7.05[c] | 13.30[c] | 18.24[d] | 0.00[a] | 0.00[a] | 0.16[a] |
| T2 = Crude-CB | 13.47[a] | 21.24[a] | 26.22[a] | 0.00[a] | 0.16[a] | 0.41[a] |
| T3 = Nano-CB | 12.19[ab] | 19.92[ab] | 24.44[b] | 0.00[a] | 0.25[a] | 0.58[a] |
| T4 = Spore suspensions-CB | 10.90[b] | 18.91[b] | 22.53[c] | 0.00[a] | 0.00[a] | 0.16[a] |
| C.V. (%) | 7.68 | 5.23 | 3.03 | - | - | - |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)




**ภาพที่ 40** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในลงกระถางทดลอง

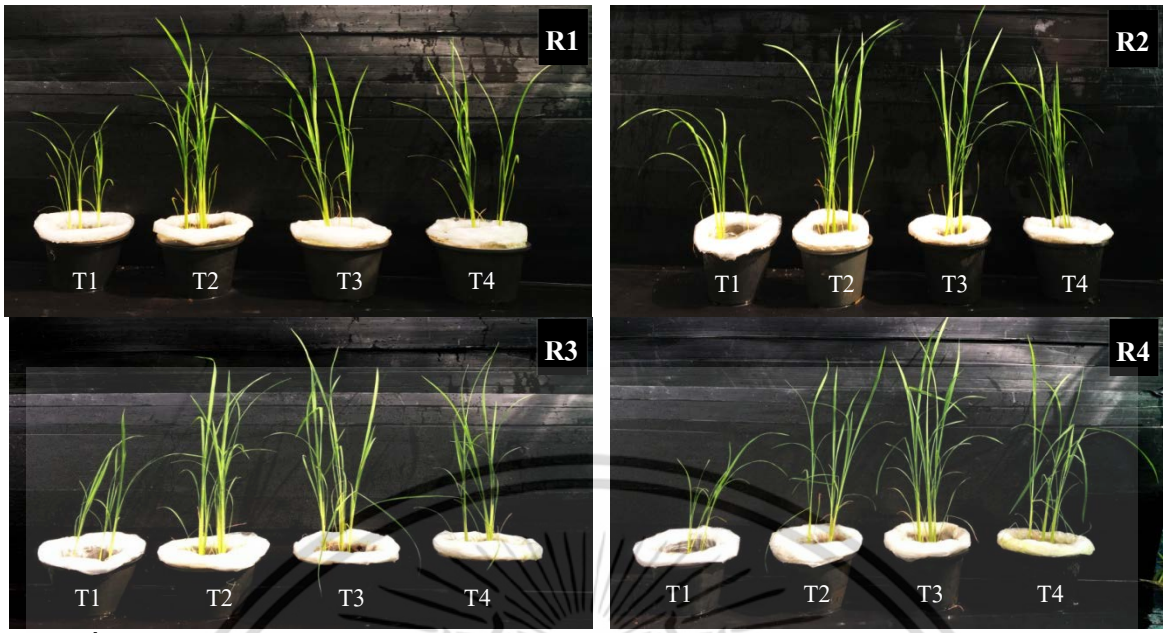
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



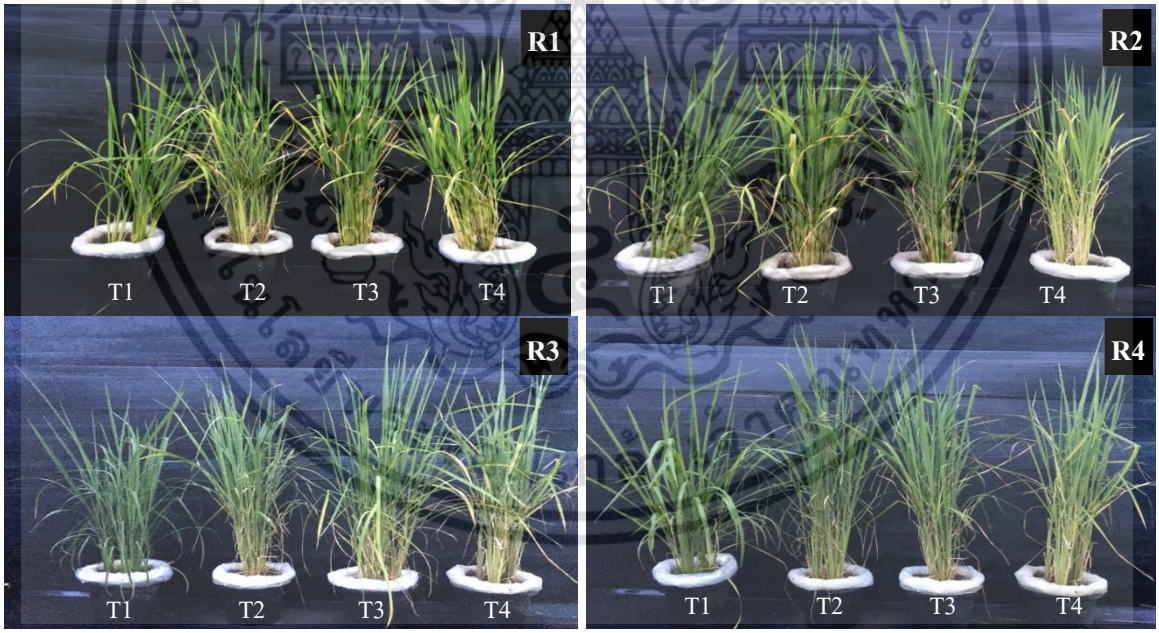

**ภาพที่ 41** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch. brasilense*

**ภาพที่ 42** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ *spore*/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 43** การเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี 1 ในชุดดินบางกอก ในกระถาง ทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x 10 $^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*



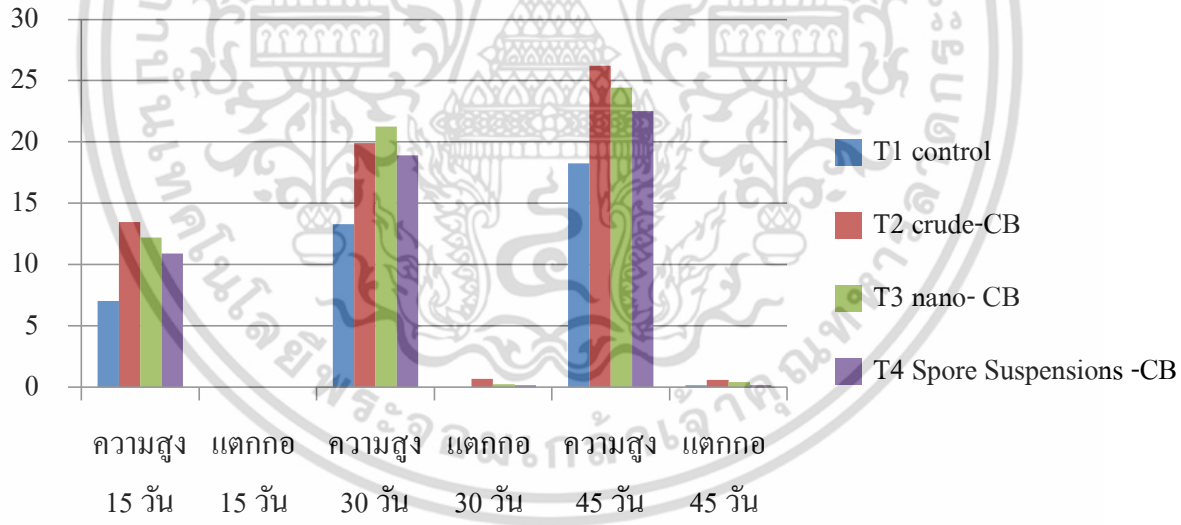

**ภาพที่ 44** แสดงการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 ในชุดดินบางกอก ในกระถาง ทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x 10 $^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 21** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง

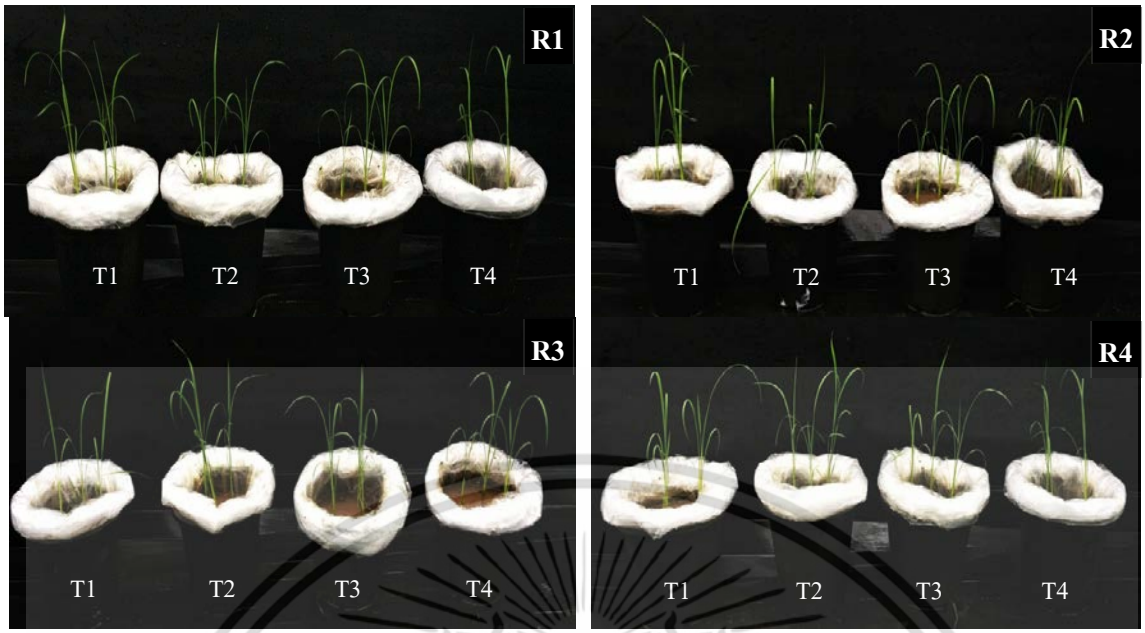
| วิธีการ | ความสูง[1/] (เซนติเมตร) | | | จำนวนต้นต่อกอ[1/] (ต้น) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** | **15 วัน** | **30 วัน** | **45 วัน** |
| T1 = Control | 8.32$^{c}$ | 14.11$^{c}$ | 21.97$^{b}$ | 0.25$^{a}$ | 0.25$^{c}$ | 1.5$^{c}$ |
| T2 = Crude-CB | 13.41$^{a}$ | 21.30$^{a}$ | 26.74$^{a}$ | 1.33$^{a}$ | 3.33$^{a}$ | 7.33$^{a}$ |
| T3 = Nano-CB | 12.53$^{ab}$ | 19.36$^{ab}$ | 23.97$^{b}$ | 1.00$^{a}$ | 1.66$^{b}$ | 5.16$^{b}$ |
| T4 = Spore suspensions-CB | 11.98$^{b}$ | 17.86$^{b}$ | 22.42$^{b}$ | 0.66$^{a}$ | 2.33$^{ab}$ | 4.33$^{b}$ |
| C.V. (%) | 7.16 | 7.03 | 5.84 | - | - | - |

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น P=0.05 โดยเปรียบเทียบ Treatment Mean แบบ Duncan Multiple Range Test (DMRT)

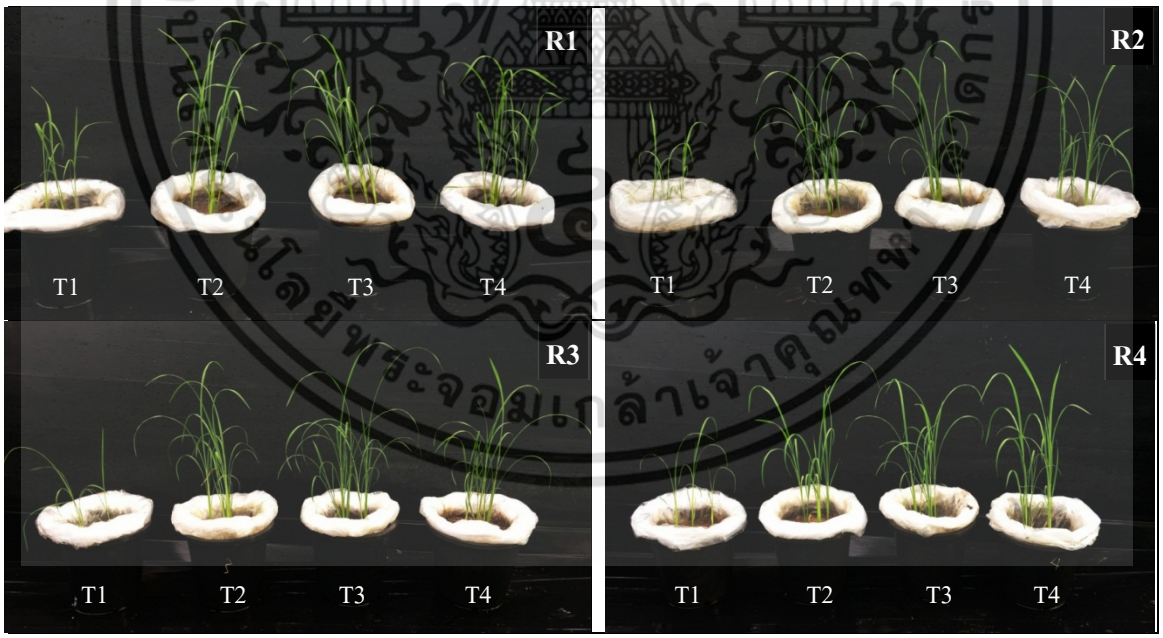



**ภาพที่ 45** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ที่ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

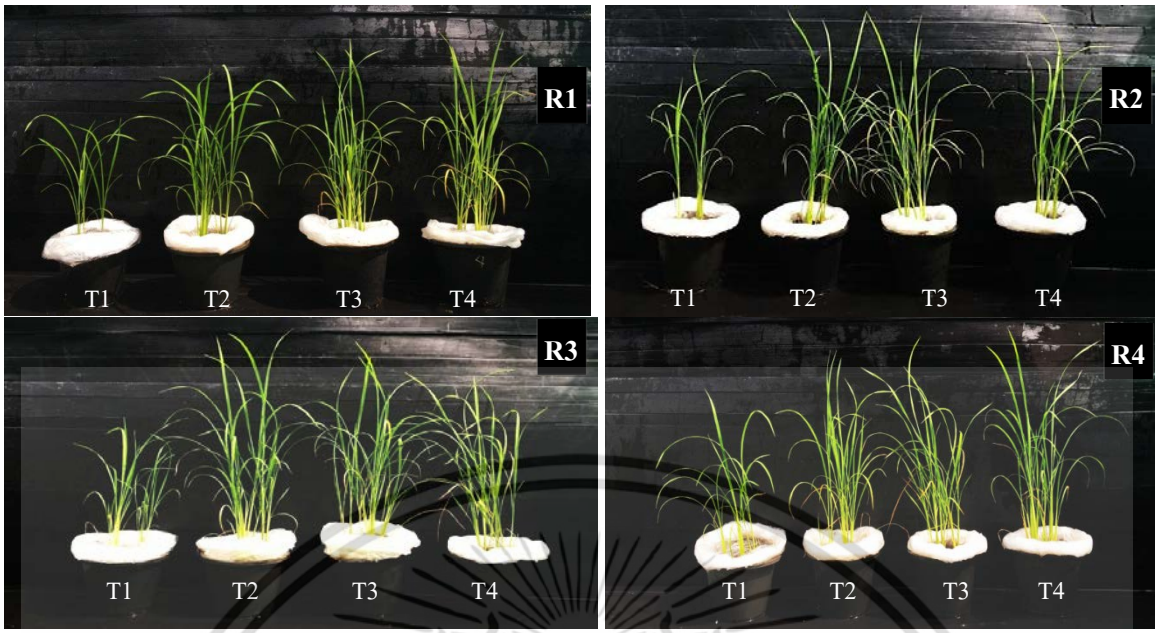



**ภาพที่ 46** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 7 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์สารแขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*

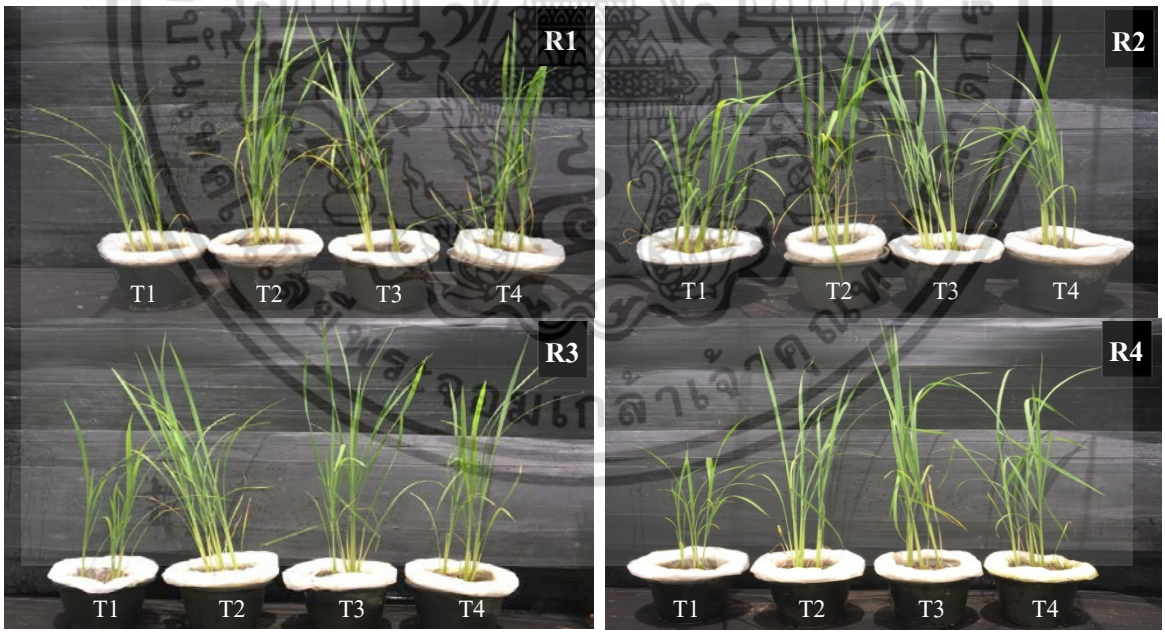



**ภาพที่ 47** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 15 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilens*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

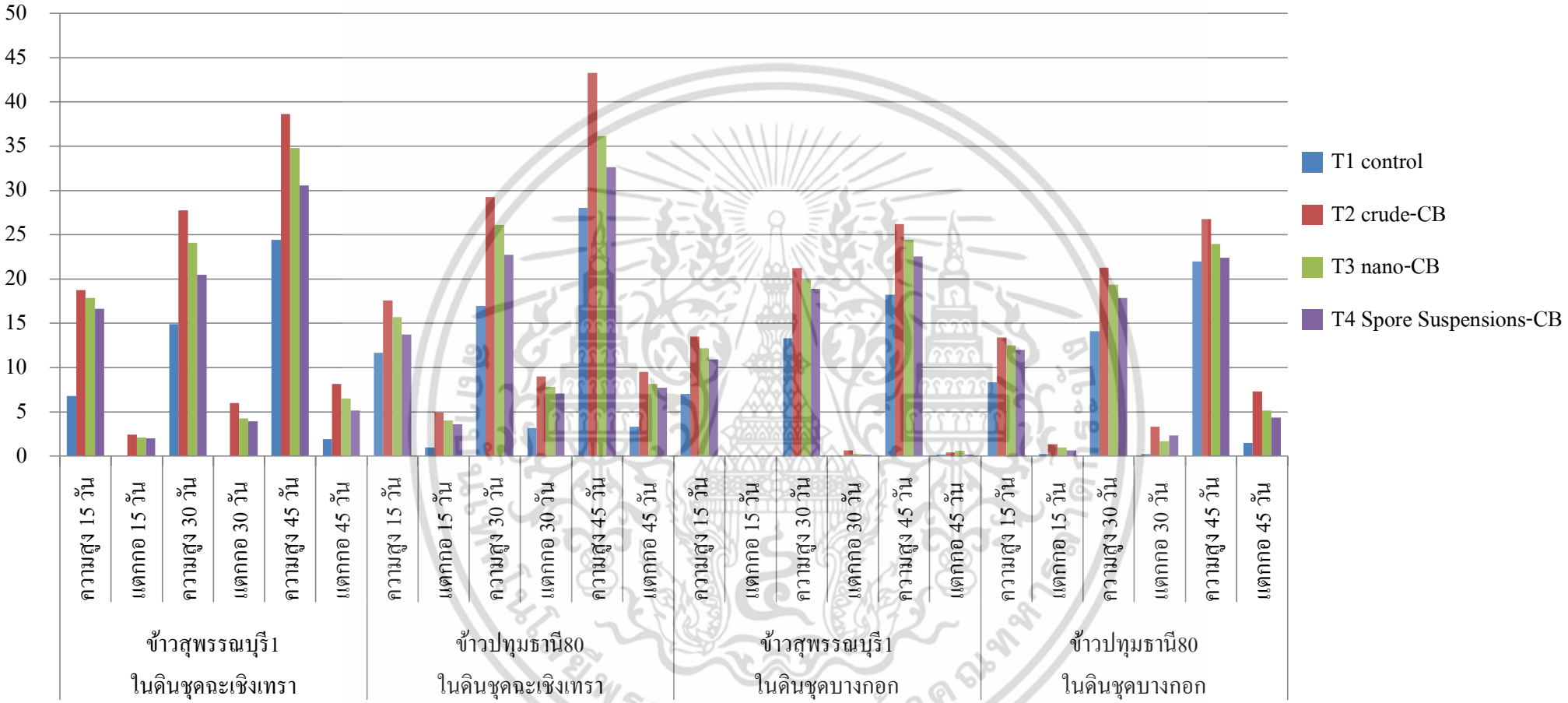



**ภาพที่ 48** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 30 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilense*




**ภาพที่ 49** การเจริญเติบโตของข้าวปทุมธานี80 ในชุดดินบางกอก ในกระถางทดลองที่อายุ 45 วัน (R= จำนวนซ้ำ) T1 = ชุดควบคุม, T2 = สารสกัดหยาบจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T3 = สารอนุภาคนาโนรวมจากเชื้อรา *Ch. brasilense*, T4 = สปอร์แขวนลอย 1x $10^{6}$ spore/ml ของเชื้อรา *Ch.brasilens*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 50** การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวสุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ที่ในชุดดินฉะเชิงเทราและดินชุดบางกอก ลงในกระถางทดลอง

**4.4.5 การวิเคราะห์ธาตุอาหารจากดิน**

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินทั้งสองชุดการทดลอง คือ ดินชุดบางกอก และดินชุดฉะเชิงเทรา ทั้งก่อนทำการปลูกและหลังปลูก โดยนำมาทำการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนโดยวิธี Kjeldahl method (Bradstreet. 1965) ส่วนการหาค่าเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม หาได้โดยการวิเคราะห์จากเครื่อง Spectrophotometer และ Atomic absorption spectrophotometer (Issac and Kerber, 1971; Jones *et al*., 1973)

**ตารางที่ 22** สมบัติของดินและคุณสมบัติทางเคมีของดินชุดฉะเชิงเทรา และชุดดินบางกอก

| การวิเคราะห์ | ดินชุดฉะเชิงเทรา | | ชุดดินบางกอก | |
|---|---|---|---|---|
| | ก่อนปลูก | หลังปลูก | ก่อนปลูก | หลังปลูก |
| OM (%) | 3.28 | 4.04 | 3.07 | 3.18 |
| pH (1:2.5)[1/] | 5.65 | 6.03 | 4.67 | 4.54 |
| Total N (%)[2/] | 0.16 | 0.27 | 0.15 | 0.23 |
| Total P (ppm)[3/] | 12.8 | 26.7 | 7.16 | 19.82 |
| Total K (ppm)[4/] | 578 | 223.14 | 242 | 213 |

[*1/]1: 2.5 fertilizer:water measured by pH meter , [2/]Kjeldahl method , [3 and 4/] method by spectrophoto- meter and atomicabsorption spectrophotometer, respectively

การวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดินก่อนปลูก ในดินชุดฉะเชิงเทรา และชุดดินบางกอก พบว่า ดินชุดฉะเชิงเทรา มีธาตุอาหารในดินสัดส่วนที่ไม่สมดุลกัน มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (OM) และค่าปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.16, 12.8 และ 578 ตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรดและด่างของดิน พบว่า ดินก่อนปลูกมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง มีค่า pH เท่ากับ 5.65 ในขณะที่ดินหลังปลูก พบว่า ดินชุดฉะเชิงเทรา มีธาตุอาหารในดินสัดส่วนที่ไม่สมดุลกัน มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง และค่าปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.27, 26.7 และ 223.14 ตามลำดับ ส่วนความเป็นกรดและด่างของดิน พบว่า ดินก่อนปลูกมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง มีค่า pH เท่ากับ 6.03

และดินชุดบางกอก มีธาตุอาหารในดินสัดส่วนที่ไม่สมดุลกันมีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง และค่าปริมาณไนโตรเจน (%), ฟอสฟอรัส(ppm) และโพแทสเซียม (ppm) เท่ากับ 0.15, 7.16 และ 242 มีธาตุอาหารในดินสัดส่วนที่ไม่สมดุลกัน มีอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง (OM) และค่าปริมาณไนโตรเจน,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.15, 7.16 และ 242 ตามลำดับ สำหรับค่าความเป็นกรดและด่างของดิน พบว่า ดินก่อนปลูกมีลักษณะเป็นกรดปานกลาง มีค่า pH เท่ากับ 4.67 และดินหลังปลูก มีธาตุอาหารในดินสัดส่วนที่ไม่สมดุลกันมีอินทรียวัตถุ (OM) ค่อนข้างสูง และค่าปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 0.23, 19.82 และ 213 ตามลำดับ มีค่าความเป็นกรดและด่างของดิน พบว่า ดินก่อนปลูกมีลักษณะเป็นกรดจัดมาก มีค่า pH เท่ากับ 4.54 จากการวิเคราะห์ดินจะมีปริมาณธาตุอาหารที่ลดและเพิ่มที่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการทดลอง

**5.1 การแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าวและเชื้อราเอนโดนไฟต์จากข้าว**

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบรากพืช จากพื้นที่ฉะเชิงเทราจำนวน1 แปลง และกรุงเทพมหานคร 2 แปลง พบว่า แยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากข้าว จำนวน 90 ไอโซเลท และนำมาจัดจำแนกเชื้อโดยลักษณะสัณฐานวิทยาในเบื้องต้น สามารถจำแนกเชื้อรา 9 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp. และ *Xylaria* sp. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gaddeyya (2012) ที่ได้ทำการแยกเชื้อราในดินที่ปลูก ข้าว อ้อย ฝ้าย และข้าวโพด พบเชื้อ *A.flavus, A.fumigatus, A. niger, A.nidulans, A.terreus, P. chrysogenum, P. frequentans, P.funiculosum, T. viride, T.harzianum, F.oxysporum, F. solani, C. clavata, C. lunata, and R.stolanifer* และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชวิศา ทองรัตน์ (2559) ที่ได้ทำการแยกเชื้อราในดินบริเวณรอบรากปาล์มน้ำมัน ซึ่งจะพบเชื้อราในดิน เช่น *Acremonium* sp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* sp., *Chrysosporium* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Glioladium* sp., *Mucor* spp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Trichoderma* sp. ที่มีความหลากหลายสายพันธุ์เชื้อราจำนวนมาก และยังพบอีกว่า เชื้อราที่พบมากที่สุดบริเวณรอบรากพืชได้แก่ *Trichoderma* sp. รองลงมาคือ *Aspergillus niger* และ *Fusarium sp.* เป็นเชื้อราที่มีความสำคัญและมีประสิทธิภาพในการควบคุม เชื้อราสาเหตุโรคพืช ได้แก่ เชื้อรา *Trichoderma* sp. มีการพบมากที่สุด และจัดว่าเป็นเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองลงมา *Aspergillus* sp. (จิระเดช แจ่มสว่าง. 2552) และ *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. และ *Chaetomium* sp. ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองเป็นไปในแนวโน้มเดียวกัน เพราะอาจจะมีค่าความเป็นกรดและด่างที่เหมาะสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์บริเวณนั้น (Passamani *et al.,* 2014) และจากผลการทดลองนี้ยังได้พบเชื้อราที่ต่างกัน คือ *Rhizoctonia* sp. และ *Xylaria*

สำหรับการแยกและคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าวทั้ง 2 พันธุ์ คือพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี พบว่า สามารถจำแนกเชื้อรา 8 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Trichoderma* sp. โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สายทอง แก้วสาย (2557) ที่ได้ทำการศึกษาการแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากใบของข้าวหอมกระดังงา พบเชื้อราเอนโดไฟต์เจริญออกมา เป็นเชื้อรา *Chaetomium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp., *Xylaria* sp., *Fusarium* sp. และ *Colletotrichum* sp. เช่นเดียวกับ Latiffah *et al.* (2010) และ Tian *et al.* (2004) ซึ่งแยกเชื้อราเอนโดนไฟต์จากข้าวในประเทศมาเลเซียและจีน ตามลำดับ ซึ่งพบ *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. และ *Curvularia* sp. จากผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองได้สอดคล้องกับผลการทดลองข้างต้น และสามารถแยกเชื้อราจากข้าวที่ได้ต่างกัน คือ *Rhizopus* sp. ที่ได้จากส่วนราก จากการเชื้อราเอนโดไฟต์ที่มีความหลากหลายสายพันธุ์ เนื่องจากมีปัจจัยที่ส่งผลมาจากสภาพอากาศเฉพาะพื้นที่ของแปลงนา เช่น ภูมิอากาศของแหล่งปลูก ความหนาแน่นของต้นข้าว ความชื้นดิน รวมถึงความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุในดิน และความแตกต่างของพันธุ์ข้าว และชิ้นส่วนตัวอย่างจึงทำให้มีความหลากหลายของสายพันธุ์เชื้อรา และทำการจำแนกเชื้อราทางชีววิทยาระดับโมเลกุล โดยการจัดจำแนก เพื่อยืนยันสายพันธุ์ *chaetomium* sp. เมื่อทำการเพิ่มปริมาณ DNA ของเชื้อราทั้ง 3 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิค PCR ตำแหน่ง ITS1-5.8S-ITS2 ด้วยคู่ไพร์เมอร์ ITS1 และ ITS4 พบว่าทุกไอโซเลตมีขนาดชิ้นของดีเอ็นเอประมาณ 400-500 คู่เบส เมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chandra *et al*. (2015), Yew *et al.* (2014), Umamaheswari and Prabhakaran. (2012 ) และ Zakria Ahmed *et al*. (2016) และ Ahammed *et al.* (2005) ที่สามารถที่จะจัดจำแนกเชื้อรา *Ch. brasilense, Ch.globosum* และ *Ch. cupreum* ได้ และ Syed *et al*. (2009) พบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ *Chaetomium* sp.มีความคล้ายคลึงกับสายพันธุ์ *Chaetomium* ที่ได้จากพื้นผิวอื่นๆ เช่น ในผิวดิน เมล็ด ทั้งทางสรีรวิทยา และทางพันธุกรรม ซึ่งอาจจะมีอยู่หลายสภาพแวดล้อม สายพันธุ์ที่มีความใกล้ชิด ได้แก่ *Achaetomium strumarium* (Synonym: *Chaetomium strumarium*) (Rai *et al*. 1964) จากการวิเคราะห์ phylogenetic tree จัดเป็น out-group ซึ่งมีความแตกต่างจากสายพันธุ์ *Chaetomium* ในการสร้าง perithecia โดยไม่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง และ ascocarps ปกคลุมด้วยขนอ่อนบาง ๆ ที่มีความยืดหยุ่น และ *A. strumarium* อยู่ในสกุล *Chaetomium* แต่มีความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา (Rai *et al*. 1964; Abbott *et al*. 1995)

## 5.2 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium* sp. ต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ด พบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ สามารถส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าวได้ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเปรียบเทียบ (Control) แต่จะมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ต่ำ ซึ่งอาจจะมีปัจจัยมาจาก พันธุ์ของพืช อายุของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาในการแช่เมล็ด อุณหภูมิ ชนิด และความเข้มข้นของสารที่ใช้แช่เมล็ดพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การงอกที่เพิ่มสูงขึ้นได้ (พีระยศ แข็งขัน. 2546; พจนา สีขาว และบุญมี ศิริ. 2549; พจนา ศรีขาวและคณะ. 2551; Berjak and Villiers. 1972; Basu and Pal. 1979; Parera and Cantiffe. 1994; Giri and Schillinger. 2003; Carvalho *et al*., 2005.; Basra *et al*., 2006) โดยจากการทดสอบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) และสารอนุภาคนาโน (Nano-particle) จากเชื้อราเอนโดไฟต์ สามารถที่จะส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าวได้ และมีฤทธิ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะกล้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Syamia *et al*. (2015) ที่พบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์ที่แยกจากต้นข้าวในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pulu Mandoti ประเทศอินโดนีเซีย ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าว แต่สามารถส่งเสริมการเจริญของเมล็ดข้าวที่งอกได้เป็นเวลา 7 วัน และสารสกัดจากเชื้อราเอนโดไฟต์ที่แยกได้จากต้นข้าว อาจมีความสามารถในการสังเคราะห์ฮอร์โมน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชกลุ่ม Indole acetic acid (IAA) และ Gibberellic acid (GA) เป็นสารที่ช่วยทำให้พืชมีเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มความสูงของต้นและความยาวรากให้เพิ่มสูงขึ้นได้ และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชด้านอื่นๆได้ด้วย (Waqas *et al*., 2012; Uthandi *et al*., 2010) เช่น เชื้อรา *Ch. globosum* สามารถหลั่งฮอร์โมนพืช IAA (Khan *et al*., 2011a) และ $GA_s$ (Rademacher. 1994; Bomke *et al*., 2008; Kawaide. 2006; Hamayun *et al*., 2010) จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ ทั้ง 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *Ch.globosum*, *Ch. Cupreum* และ *Ch. brasilense* พบว่า สามารถที่จะผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ด โดยจากการรายงานของ Kanokmedhakul *et al.* (2002) ได้รายงานว่า เชื้อรา *Ch. globosum* KMITL 0802 สามารถจะผลิตสาร Chaetoglobosin-C ซึ่งมีความสามารถที่จะใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชได้บางชนิด เชื้อรา *Ch. cupreum* สามารถผลิตสาร routiorinols A-C และ routiorin และเชื้อรา *Ch. brasilense* จะสร้างสาร chaetoglobosin C (Kanokmedhakul *et al*., 2002 ; Soytong *et al*., 2001; Sibounnavong *et al.,* 2012) และมีฤทธิ์ในการควบคุมเชื้อราที่ก่อโรคพืช นอกจากนี้ยังพบว่าสารเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเร่งการสร้างภูมิคุ้มกันต่อโรค รวมทั้งมีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตในพืชบางชนิด โดยสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน (IAA) มากระตุ้นให้เซลล์พืชมีการยืดขยายตัวได้ (Waqas *et al*., 2012 ; Uthandi *et al*., 2010) และ Harman *et al*. (1979) รายงานว่า เชื้อรา *Ch.globosum* ยังสามารถลดปริมาณของเชื้อราที่ทำให้เมล็ดข้าวโพดเน่าได้ 14 ชนิด และจากการทดลองของ Soytong (1992) ใช้เชื้อรา *Ch. cupreum* ที่ทำการแยกจากดินปลูกข้าวในประเทศสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ โดยทำการคลุกเมล็ดข้าวพันธุ์ IR 422-2-58 สามารถที่จะควบคุมโรคไหม้ (blast) ในข้าว ที่เกิดจากเชื้อรา *Pyricularia oryzae* ได้ใกล้เคียงกับการใช้ยาป้องกันเชื้อราประเภท Captan ยังพบอีกว่าเชื้อรา *Ch. cupreum* สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคไหม้ในระยะกล้า โดยการใช้สปอร์ของเชื้อรา และการใช้สารสกัดจากเชื้อรา *Ch.cupreum* คลุกเมล็ดข้าวก่อนปลูก (เกษม สร้อยทอง. 2532) และนอกจากนี้ได้พบสาร chaetoglobosin A จากเชื้อรา *Ch.brasilense* ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพตัวใหม่ที่ได้จากการสกัดเชื้อราในตัวทำละลาย Ethyl acetate แล้วมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคได้ (Hyuncheol *et al.* 1988) และยังช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโต ซึ่งจะสอดคล้องการทดลองนี้ คือ เชื้อรา *Ch. brasilense* จะมีแนวโน้มดีที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการงอกเมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 โดยเชื้อราเอนโดไฟต์จะมีการดูดซึมสารสกัดเข้าไป จากนั้นเส้นใยของเชื้อราเจริญไปสู่ส่วนออวุล (Ovule) เมื่อเมล็ดพืชนั้นเจริญเป็นต้นอ่อน เชื้อราที่อาศัยอยู่ภายในก็เจริญเติบโตไปพร้อมกัน (Clay and Schardl. 2002; Schardl *et al*., 2004) โดยเชื้อราเอนโดไฟต์แต่ละชนิดมีความสามารถในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างสารเมทาบอไลท์ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของความสูงของต้นและเพิ่มความยาวของรากได้ เมื่อเทียบกับชุดเปรียบเทียบควบคุม ที่มีผลต่อการเจริญของเมล็ดข้าวได้แตกต่างกัน

### 5.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Chaetomium brasilense* ต่อการส่งเสริมการเจริญของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ในกระถางทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราเอนโดไฟต์ ด้วยการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ Crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm (T2 = Crude-CB) สามารถที่ทำให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี80 ที่ทำการปลูกในดินชุดฉะเชิงเทรา มีการเจริญเติบโตทางลำต้น มีความสูงของต้นและมีจำนวนการแตกกอของต้นข้าวเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเปรียบเทียบ (Control) ส่วนการทดลองในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 และปทุมธานี80 ในดินชุดบางกอก เมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบที่ความเข้มเดียวกัน พบว่า จะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่เพิ่มสูงขึ้น แต่จะไม่มีการแตกกอ หรือแตกกอน้อย โดยข้าวแต่ละสายพันธุ์จะมีความสามารถในการแตกกอไม่เท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศานิต สวัสดิกาญจน์ และคณะ (2550) พบว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี จะให้การเจริญเติบโตในด้านความสูงของกอ ความสูงของกาบใบ ความยาวของแผ่นใบ และดัชนีพื้นที่ใบได้ดีกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี และการปลูกในดินดีที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การปลูกข้าว มีการแตกกอมากกว่าและส่วนลำต้นจะทำหน้าที่พยุงใบ ให้มีการรับแสง เพื่อการสร้างอาหารและสังเคราะห์แสง และลำเลียงน้ำ ธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ (ประสูติ สิทธิสรวง. 2524; จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534; เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อได้รับการฉีดพ่นด้วยสารสกัดหยาบ Crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm (T2 = Crude-CB) ทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดีกว่าชุดเปรียบเทียบควบคุม และปลูกในดินดีที่มีความอุดมสมบูรณ์จะทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดี การปลูกข้าวในระยะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative stage) ต้นข้าวจะสร้างราก ลำต้น และใบ รวมถึงการแตกกอ เพื่อทำการสะสมอาหารไว้สำหรับการเจริญเติบโตในระยะสืบพันธุ์ (Reproductive stage) ต่อไป (Vergara. 1996) และการแตกกอจะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการที่จะทำให้พันธุ์ข้าวที่ปลูกให้ผลผลิตสูงหรือต่ำ ดังนั้นต้นข้าวมีการแตกกอที่ดี มีจำนวนต้นต่อกอมาก จะให้แนวโน้มผลผลิตที่สูงกว่าข้าวที่มีการแตกกอน้อย (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2530) ส่วนในการใช้สารสกัดหยาบ Crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ก็สามารถที่จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวได้ โดยพบว่าเชื้อรา *Chaetomium* sp. สามารถที่จะสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ เช่น routiorinol, chaetoglobosin -C (Soytong *et al*. 2001; Sibounnavong *et al.* 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสารนี้มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญเติบโตในพืช มีฮอร์โมนที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น จากการรายงานของ Tongon and Soytong (2016) ได้ทำการทดสอบใช้สารสกัดออกฤทธิ์ทางชีวภาพของ *Ch. brasilense* เพื่อยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Fusarium solani* ที่ก่อโรคเหี่ยวของต้นมะเขือเทศ พบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium solani* ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Sibounnavong *et al*. (2012) ได้ใช้สารสกัดหยาบ Crude hexane, Crude EtOAc และ Crude MeOH จาก เชื้อรา *Ch. brasilense* และ *ch. cupreum* สามารถยับยั้ง เชื้อรา *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* NKSC02 ที่ก่อโรคเหี่ยวในมะเขือเทศ พันธุ์สีดา และจากการแยกเชื้อราเอนโดไฟต์จากรากของพริกไทย และแป๊ะก๊วย ยังพบว่า *ch. globosum* LK4 (Qin *et al*., 2009; Li *et al.,* 2011) และ *Ch. brasilense* เป็นเชื้อราเอนโดไฟต์ ที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพตัวใหม่สามารถผลิตฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน (Reddy *et al*., 1989) โดยมีการผลิตฮอร์โมน $GA_s$ และ IAA ซึ่งมีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืช ช่วยกระตุ้นการยืดตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารจากดินของพืช (Hamayun *et al*., 2010; Khan *et al*., 2011ac; Buensanteai *et al*., 2008) จากการทดลองนี้จึงมีผลทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่เพิ่มสูงขึ้น ช่วยเร่งการเจริญเติบโตรวมถึงมีผลกระตุ้นต่อการเกิดราก โดยสังเกตได้จากบริเวณดินรอบข้าว และต้นข้าวเมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบ (Neumann. 1979) จะช่วยให้พืชมีเจริญเติบโตได้เร็ว สามารถที่จะดูดธาตุอาหารทางใบได้มากกว่าและเร็วกว่าการดูดทางระบบราก จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า แต่มีข้อเสีย คือ การได้รับธาตุอาหารทางใบโดยการฉีดพ่น การให้อาหารทางใบอย่างเดียวไม่สามารถให้ธาตุอาหารแก่พืชที่เพียงพอได้ เทียบกับการให้ทางดินที่มีการดูดซึมจากระบบราก และให้สารอาหารทางใบที่มีความเข้มข้นสูงเกินไป (ยงยุทธ โอสถสภา. 2549) และเชื้อราเอนโดไฟต์ยังพบอีกว่า มีคุณสมบัติอื่นๆในการช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยสามารถเป็นตัวช่วยละลายธาตุอาหารต่างๆ เช่น phosphate, zinc, potassium, aluminium ให้อยู่ในรูปที่ ละลายน้ำและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งพบว่ามีเชื้อราเอนไดไฟต์หลายชนิดที่แยกได้มีคุณสมบัติช่วยละลายธาตุอาหารดังกล่าว เช่น *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, *Fusarium* (Prajapati *et al*., 2012; Nath. *et al*., 2015) และนอกจากนี้ ชนิดของดินที่ใช้ในการปลูกข้าว ยังเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต จากการทดลองได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างของดินก่อนปลูกและหลังปลูกของดินทั้ง 2 ชนิด พบว่า ดินชุดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นดินเหนียว (Clay) เหมาะกับการปลูกข้าว เพราะสามารถเก็บกักน้ำได้ดีและสามารถดูดยึดธาตุอาหารได้มากเป็นประโยชน์ต่อข้าว มีค่าความเป็นกรดและด่างของดินอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวที่ คือ pH 6.03 มีปริมาณธาตุอาหารในดิน คือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้รับการฉีดพ่นทางใบด้วยสารสกัดหยาบ (Crude extracts) จากเชื้อรา *Ch. brasilense* โดยส่วนมากต้นข้าวจะใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น การแตกกอ ขยายขนาดใบ ต้นข้าวที่ได้รับไนโตรเจนที่เหมาะสมจะมีการเจริญเติบโตและแตกกอที่ดี เนื่องจากพืชมีการดูดและนำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น (Ponnamperuma. 1981) และสามารถสังเกตได้จากบริเวณลักษณะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ลำต้น และบริเวณเหนือดินจะมีรากฝอย และรากแขนงออกมาเป็นจำนวนมาก และมีการแตกกอเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียม จะมีค่าที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนทำการปลูก โดยสามารถที่จะสังเกตได้จากการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ระยะ 45 วัน ต้นข้าวจะมีลักษณะที่ไม่แข็งแรง มีอาการใบเหลือง เกิดจากพืชมีการดูดธาตุอาหารได้น้อย เนื่องจากดินมีธาตุดินเหนียวต่ำ หรือไม่ได้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนทำการปลูก ซึ่งแตกต่างจากดินชุดบางกอก เป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) เป็นดินที่มีการระบายน้ำได้เลว น้ำซึมผ่านได้ช้า ไม่อุ้มน้ำ มีค่าความเป็นกรดและด่างของดินต่ำที่ pH 4.67 ซึ่งเป็นดินจะมีลักษณะเป็นกรดมาก ไม่เหมาะสำหรับการปลูกข้าว จะมีปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าว ทำให้ไม่เหมาะต่อการปลูกข้าว ทั้ง 2 สายพันธุ์พืชดูดธาตุอาหารได้น้อย และจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์หรือสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในดินไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และไม่สามารถดำเนินกิจกรรมจุลินทรีย์ได้ และที่สำคัญสังเกตได้ว่าช่วงการพัฒนาการเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นข้าวลดน้อยลง มีการแตกกอน้อย ต้นแคระแกรกส่งผลให้ได้ผลผลิตที่ต่ำ

และจากการทดลองพบว่า เชื้อราเอนโดไฟต์อาจถือได้ว่าเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางการเกษตร มีความสามารถที่จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting) และการควบคุมกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งถือได้ว่ามีคุณสมบัติที่ดีต่อพืชในการพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6
# สรุปผลการทดลอง

สามารถจำแนกเชื้อราดินบริเวณรอบรากพืชได้ เชื้อรา 9 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp., *Chaetomium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp. และ *Xylaria* sp. และการแยกและคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าวทั้ง 2 พันธุ์ พบเชื้อราเอนโดไฟต์ด้วยกัน 8 สกุล ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Trichoderma* sp.

เชื้อราเอนโดไฟต์ *Chaetomium* sp. นำมาทำการจัดจำแนกยืนยันด้วยเทคนิคทางชีววิทยาโมเลกุลโดยใช้ โดยใช้ คู่ไพเมอร์ ITS1-5.8S -ITS4 ribosomal gene พบว่า ได้แถบดีเอ็นเอ ตรงส่วน ITS1-5.8S-ITS2 ของเชื้อราทั้ง 3 สายพันธุ์ เพื่อจัดลำดับ DNA ได้รับการยืนยันว่าเป็นเชื้อรา *Ch.brasilense* (PT302), *Ch.globosum* (PT301), *Ch.cupreum* (SP101)

ในส่วนการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบ (Crude Extracts) และสารอนุภาคนาโน (Nano-particle) ของเชื้อรา *Chaetomium* sp. ต่อการเจริญเติบโตของข้าว 2 สายพันธุ์ พบว่า ข้าวสุพรรณบุรี1ที่ทำการทดสอบด้วยสารสกัด Crude Hexane จากเชื้อรา *Ch.brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm และ ปทุมธานี80 ทดสอบด้วยสารสกัด Crude Methanol จากเชื้อรา *Ch.brasilense* ที่ความเข้มข้น 100 ppm และในข้าวสุพรรณบุรี1 ที่ทดสอบด้วย Nano-particle จาก Methanol crude extracts ที่ความเข้มข้น 5 ppm จากเชื้อรา *Ch.globosum* และข้าวปทุมธานี80 ทดสอบด้วยสาร Nano-particle จาก Hexane crude extracts ที่ความเข้มข้น 1 ppm จากเชื้อรา *Ch. globosum* มีผลทำให้เมล็ดข้าวจะมีความยาวยอดและความยาวรากสูงสุด และเมล็ดข้าวจะมีเปอร์เซ็นการงอกที่สูงกว่าชุดเปรียบเทียบควบคุม (0 ppm)

และสำหรับการปลูกข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี80 ในดินชุดฉะเชิงเทรา โดยใช้สารสกัด Crude extracts จากเชื้อรา *Ch. brasilense* ที่เข้มข้น 100 ppm ด้วยการฉีดพ่นทางใบ สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยให้ผลความสูงของลำต้นและจำนวนการแตกกอ ที่ระยะเวลา 45 วันหลังปลูกได้ดีที่สุดและมีแนวโน้มช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง


กรมการข้าว. 2558. **พันธุ์ข้าว กข6**. [Online]. Available: http://www.brrd.in.th/rkb/varieties/index.phpFile=content.php&id=11html. (20/06/2559).

กรมการข้าว. 2532**. มาตรฐานเมล็ดพันธุ์ข้าว (Rice Seed Standard)**. [Online]. Available: http://spr.brrd.in.th/web/index.php/2 0 0 9 -1 0 -0 5 -1 5 -1 2 -4 5 / 3 1 -seed-production?start=3 . (10/05/2560).

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. **ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกางของประเทศไทย**. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 54/03/48.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. **หลักการผลิตข้าวอินทรีย์.** กลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนา เกษตรอินทรีย์สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตรกรมส่งเสริมการเกษตร.

กานต์ จิตสุวรรณรักษ์ และอนันต์ วงเจริญ. 2559. ผลของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการควบคุมโรคไหม้ของข้าว (*Oryza sativa* L.). **วารสารแก่นเกษตร.** ปีที่ 44(1) : 232-237.

เกษม สร้อยทอง. 2532. การใช้รา *Chaetomium cupreum* ในการควบคุมโรคไหม้ของข้าวโดยชีววิธี. **วารสารโรคพืช.** 9:28-35.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2536. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและมาตรฐานข้าว**. ในการปรับปรุงคุณภาพข้าวสำหรับผู้ดำเนินธุรกิจโรงสี. กรุงเทพฯ. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60-76.

จำรัส โปร่งศิริวัฒนา. 2534 . **ความรู้เรื่องข้าว**. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: 141.

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2552. **ไตรโคเดอร์มา: เชื้อราปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.

ชวิศา ทองรัตน์ และ ชนินันท์ พรสุริยา. 2559. ความหลากหลายของจุลินทรีย์จากดินบริเวณรอบรากปาล์มน้ำมัน ในภาคใต้ของประเทศไทย. **ในการประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 17. มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. 930-935.

ชาญ มงคล. 2536. **ข้าว**. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพ ฯ. 149.

ณัฏฐา บุญคุ้มครอง, อรอุมา เพียซ้าย, พัชรวิภา ใจจักรคำ, อนงค์นุช สาสนรักกิจ, ศรีเมฆ ชาวโพงพาง, สุพจน์ กาเซ็ม และ สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์. 2558. ความหลากหลายของเชื้อราบริเวณรอบรากอ้อยในพื้นที่ปลูกเขตภาคกลางของประเทศไทย. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 สาขาพืช** . 930-935.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย. 2005. เชื้อราเอนโดไฟต์ที่ผลิตสารต้านจุลินทรีย์ในพืชสกุล Garcinia**. วิทยานิพนธ์.** 189.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2550. **ดินที่ใช้ปลูกข้าว.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 359

ประสูติ สิทธิสรวง . 2524. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับข้าว (สรีรวิทยาของข้าวจากภาพ)**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.79.

ปิยะนันท์ อึ้งทรงธรรม. 2543. **ครอบครัวข้าว(สายพันธุ์ข้าว).** [Online]. Available: http:// nutrition.anamai.moph.go.th/temp/files/K-center/morning54/4.pdf. (22/05/2559).

พจนา สีขาว และ บุญมี ศิริ. 2549. ผลของการคัดแยกโดยใช้ของเหลวและการกระตุ้นการงอกของเมล็ดเปียกด้วยสารเคมีต่างชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวาน. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 37(พิเศษ): 177-180.

พจนา สีขาว, ชินานาตย์ ไกรนารถ และ บุญมี ศิริ. 2551. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์พริกหวานหลังการกระตุ้นความงอกด้วยวิธี seed priming. **วารสารแก่นเกษตร.** 36:295-304.

พรทิพย์ แย้มสุวรรณ, ปฏิมาพร ปลอดภัย, เสมอใจ ชื่นจิตต์ และวสันณ์ เพชรรัตน์. 2557. สารสกัดจากเชื้อ *Trichoderma* sp. ในการควบคุมเชื้อ *Rigidoporus microporus* สาเหตุโรครากขาวของยางพารา (*Hevea brasiliensis Muell*. Arg.). **วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์**. 1(1) : 66-71.

พีระยศ แข็งขัน. 2546. การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และคุณภาพเมล็ดในระหว่างการเร่งอายุ และการใช้สารเคมีเพื่อชะลอการเสื่อม และปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์พริกหวาน. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต** สาขาวิชาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2549. **ปุ๋ยทางใบ.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 164.

ฤทัยรัตน์ คำแสน. 2551. ความสามารถของเชื้อราเอนโดไฟต์จากมะเขือเทศ ส้ม และยางพาราในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราความสามารถของเชื้อราเอนโดไฟต์จาก มะเขือเทศ ส้ม และยางพาราในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา. **วิทยานิพนธ์ปริญญา สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เลขา มาโนช และจินตนา ชะนะ. 2539. **การเก็บรวบรวมและรักษาสายพันธุ์เชื้อราในดินและน้ำ.** รายงานโครงการิจัยฉบับสมบูรณ์ ศูนย์พันธุวิศวะกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

เลขา มาโนช, กัญญา เจริญไทย, คนึงนิจ บุศราคำ, พรพิมล อธิปัญญาคม, อภิรัชต์ สมฤทธิ์ และอรอุมา เจียมจิตต์. 2554. เชื้อราโรคพืช รา endophyte และราดินในประเทศไทย. **การประชุมทาง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

**วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาพืช** .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 502-510.

วรรณฤดี หิรัญรัตน์. 2552. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟต์. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ** ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2552. 90-100.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ วริสรา ปลื้มฤดี. 2550. การเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าว 5 พันธุ์. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** ครั้งที่ 45. 30 ม.ค. - 2 ก.พ. 2550.กรุงเทพฯ. 702-709.

สายชล โนชัย และ สมบัติ ศรีชูวงศ์. 2550. ประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ที่แยกได้จากเมล็ดข้าว ขาวดอกมะลิ 105 ในการควบคุมโรคถอดฝักดาบในต้นกล้าข้าว. **วารสาร เกษตร.** 23(1): 59- 66

สายทอง แก้วฉาย. 2557. การศึกษาเชื้อราเอนโดไฟต์จากใบข้าวหอมกระดังงาและคุณสมบัติการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.** 6(3): 112- 120.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2555. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.** กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online]. Available: http://www.ricethailand.go.th. (22/06/2559).

สุวรรณี แทนธานี. 2555. จุลินทรีย์...เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ** ปีที่ 60. 160: 36-39.

อนันต์ วงเจริญ. 2557. การคัดเลือกเชื้อราเอนโดไฟต์จากข้าว ( *Oryza sativa* L.) ที่มีประสิทธิภาพ ยับยั้งราสาเหตุโรคข้าว. **วารสารแก่นเกษตร.** 42(3): 385-396.

อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น. 2530. **เรื่องของข้าว (rice story).** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อัจฉรียา ชมเชย. 2559. **ผลของเชื้อราเอนโดไฟต์ต่อการงอกเมล็ดและการเจริญของต้นข้าวหอมมะลิ** . โครงการวิจัยสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

อาภากร หล่องทองหลาง. 2553. ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ *Azospirillum largimobile* และ *Azotobacter vinelandii* ในการปลูกข้าวระบบประณีต. **ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 80.

Abbott, S.P., Sigler, L., McAleer, R., McGough, D.A., Rinaldi, M.G., Mizell, G. 1995. Fatal cerebral mycoses caused by the Ascomycete *Chaetomium strumarium*. **J. Clin. Microbiol**. 33(10):2692-2698.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Ahammed, S.K., Aggarwal, R., Renu. 2005. Use of PCR based RAPD technique for characterization of *Chaetomium globosum* isolates. **Acta Phytopath. Entomol**. Hungarica 40: 303-314.

Bacon, C.W., Porter, J.K., Robbins, J.D. and Luttrell, E.S. 1977. **Epichloetyphina from toxic tall fescue grasses**. Applied and Environmental Microbiology. 34: 576- 581.

Basra, S.M.A., Farooq, M., Wahid, A. and Khan, M.B. 2006. **Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming**. Seed Sci. & Technol. 34:753-758.

Basu, R.N. and Pal, P. 1979. Physiochemical control of seed deterioration in rice**. Indian J. Agric. Sci.** 49:1-6.

Bayman, P. 2007**. Fungal endophytes**. In C P Kubicek and I S Druzhinina (eds.). The mycota IV: Environmental and microbial relationships 2nd ed. New York: Springer-Verlag.

Berjak, P. and. Villiers, T.A. 1972. Aging in plant embryos II. Age-induced damage and its repair during early germination. **New Phytol**. 71:135-145.

Biswas, S.K, srivastava, K.D., Biswas, D.R. and Aggarwal R. 2002. Effect of Foliar spray of Chaetomium globosum on Total Protein, Nitrogen and Carbon Contents of wheat. **Annals of Plant Protection Science**. 10(1) : 76-79.

Bomke, C., Rojas, M.C., Gong, F., Hedden P. and Tudzynski, B. 2008. Isolation and characterization of the gibberellin biosynthetic gene cluster in Sphaceloma manihoticola. **Appl. Environ. Microbiol**., 74: 5325-5339.

Bradstreet, R.B. 1965. **The Kjeldahl Method for Organic Nitrogen**. Published by Academic Press.

Brimecombe, M.J., De Leij, F.A.A.M. and Lynch, J.M. 2007. **Rhizodeposition and microbial populations**. In: Pinton, R. Z. Varanini, P. Nannipieri. (eds) The rhizosphere: biochemistry and organic substances at the soil-plant interface. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.

Buensanteai, N., Yuen, G.Y. and Prathuangwong, S. 2008. The biocontrol bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* KPS46 produces auxin, surfactin and extracellular proteins for enhanced growth of cucumber plant**, Thai J. Agric. Sci.** 41(3-4): 101-116.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Carvalho, B.M.L., dos Santos Dias, D.C.F., dos Santos Dias, L.A. and Araujo, E.F. 2005. Germination and vigour of primed asparagus seeds. **Sci. Agri.** 62:319324.

Chandra, Sekhar,V., Prameela Devi,T., Kamil, D. and Dama Ram,C. 2015. **Division of Plant Pathology Indian**. Agricultural Research Institute, Pusa Campus, New Delhi, New Delhi, India.

Clay, K. and Schardl C. 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. **American Naturalist** 160: 99–127.

Costa, JM. and Loper, JE. 1994. Characterization of siderophore production by the biological control agent Enterobacter cloacae. **Molecular plant-microbe interactions**. 7: 440-448.

Dar, Joselito and Soytong, K. 2013. In vitro testing of nanomaterials containing globosum ethyl acetate extract against *Fusarium orysparum* f sp. lycopersici (race 2). **International Journal of Agricultural Technology**. 28-29, 2013. 5.

De Datta, S.K. 1981. **Principles and practices of rice production. Department of Agronomy**. The International Rice Research Institute. Los Banos Philippines. 618.

Dingle, J. and McGee, P. A. 2003. Some endophytic fungi reduce the density of pustules of Puccinia 260 recondita f. sp. tritici in wheat. **Mycol. Res**. 107: 310-316.

Domsch, K.M., Gams, W. and Anderson, T.H. 1993. **Compendium of soil fungi vol. I & 2nd Ed**. Academic Press, London. 859(2): 405.

Ellis, M.B. 1971. Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institue, Kews. 608 p.

Gochenaur, A.E. and M.P. Backus. 1962. A new species of Neurospora from Wisconsin lowland soil. **Mycologia**. 54: 555-562.

Gaddeyya, G., Shiny, P., Niharika, Bharathi, P., and Ratna Kumar, P. K. 2012. Isolation and identification of soil mycoflora in different crop fields at Salur Mandal. **Research Library Advances in Applied Science Research**. 3(4):2020-2026.

Gardes, M, Bruns, T.D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes — application to the identification of mycorrhizae and rusts. **Molecular Ecology** 2, 113–118.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Giri, G.S. and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. **Crop Sci**. 43:2135-2141.

Hamayun, M., Khan, S.A., Khan, A.L., Rehman, G., Kim, Y., Iqbal, I., Hussain, J., Sohn, E. and Lee, I.J. 2010. Gibberellins production and plant growth promotion from pure cultures of Cladosporium sp. MH-6 isolated from Cucumber (*Cucumis sativus*. L.). **Mycologia**, 102: 989-995.

Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R. and Ahmed, I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in Plant growth promotion. **Annals of Microbiology**. 60(1): 579-598.

Hyuncheol, D., Swenson, C. and James B. G. 1998. Chaetochalasin A: A new Bioactive Metabolite from *Chaetomium brasiliense*. **Tetrahedron Letters39** (1998). 7633-7636.

Issac, R. A., and Kerber, J. D. 1971. **Atomic absorption and flame photometry : Techniques and uses in soil, plant and water analysis**. In L. M. Walsh (ed.) Instrumental methods for analysis of soil and plant tissue. Soil Science Society of America Inc. Wisconsin. U.S.A. 17-38.

Jalander, V. and Gachande, B. D. 2012. Effect of fungal metabolites of some rhizosphere soil fungi on seed germination and seedling growth of some pules and cereals. **Science research reporter**. 2(3): 265-267.

Johnston, A. and Booth, C. 1983**. Plant Parthologists Pocketbook**. Commonweath Mycological Institute. 439.

Jones, B. J. and W. J. A. Steyn. 1973. Sampling, nanding and analyzing plant tissue sample. In: L. M. Walsh and J. D. Beaton (eds.) Soil Testing and plant Analysis. **Soil Science Society of America. Inc. Madison**, Wisconsin, U.S.A . 249-270.

Kanokmedhakul, S., Kanokmedhakul, K., Nasomjai, P., Louangsysouphanh, S., Soytong, K., Kongsaeree. P., Prabpai. S. and Suksamrarn, A. 2006. Antifungal azaphilones from the fungus *Chaetomium cupreum* CC3003. **Journal Natural Products**. 69(6) : 891-895.

Kanokmedhakul, S., Kanokmedhakul, K., Phonkerd, N., Soytong, K., Kongsaree, P. and Suksamrarn, A. 2002. Antimycobacterial anthraquinonechromanone compound and diketopiperazine alkaloid from the fungus *Chaetomium globosum* KMITL-N0802. **Planta Medica** 68:834-836.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Kumar, S., Stecher, G., and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets**. Molecular Biology and Evolution** 33:1870-1874

Kawaide, H. 2006. Biochemical and molecular analysis of gibberellins biosynthesis in fungi. **Biosci**.**Biotech. Biochem**., 70: 583-590.

Khan, A.L., Hamayun, M., Ahmad, N., Waqas, M., Kang, S.M., Kim, Y.H. and Lee, I.J. 2011c. Exophiala sp. LHL08 reprograms *Cucumis sativus* to higher growth under abiotic stresses. **Physiol. Plantarum**, 143: 329-343.

Khan, A.L., M. Hamayun, Y.H. Kim, S.M. Kang, J.H. Lee and I.J. Lee. 2011a. Gibberellins producing endophytic Aspergillus fumigatus sp. LH02 influenced endogenous phytohormonal levels, plant growth and isoflavone biosynthesis in soybean under salt stress. **Process Biochem**., 46: 440-447.

Khokhar, I., Haider, M. S., Mukhtar, I., Ali, A., Mushtaq, S. and Ashfaq, M. 2013. Effect of Penicillium species culture filtrate on seedling growth of wheat. **International research journal of agricultural science and soil science**. 3(1); 24- 29.

Kyuma, K. 2004. Paddy Soil Science. **Kyoto University Press and Trans Pacific Press**. 280.

Latiffah, Z., Amira, S.Y., Baharuddin, S, and Maziah, Z. 2010. Endophytic Fungi from Paddy. **Tropical Life Sciences Research**, 21(1), 101–107.

Li, H.Q., X.J. Li, Y.L. Wang, Q. Zhang, A.L. Zhang, J.M. Gao and X.C. Zhang. 2011. Antifungal metabolites from *Chaetomium globosum*, an endophytic fungus in Ginkgo biloba. **Biochem. Sys. Eco.**, 39: 876-879.

Marc, G., Zhang D., 1999. **Molecular biology laboratory protocols plant genotyping**. training manual. 1-4.

Miller, B. and McDonald, J.r. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts** .Vol. 65 (1975). 109-139.

Morgan, J.A.W., Bending, P.J., and White, G.D. 2005. Biological costs and benefits to plant microbeinteractions in the rhizosphere. **Journal of Experimental Botany.** 56: 1729-1739.

My Agriculture Information Bank. 2011. **Scope and Importance of Soil Microbiology**. Agriinfo, India.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Naik, S.B., Shashikala, J. and Krishnamurthy, Y.L. 2009. Study on the diversity of endophytic communities from rice (*Oryza sativa* L.) & their antagonistic activities in vitro. **Microbiological Research.** 164: 290-296.

Nath, R., Sharma, G.D. and Barooah, M. (2015). Plant growth promoting endophytic fungi isolated from tea (*Camellia sinensis*) shrubs of assum, india. **Applied ecology and environmental research**. 13(3): 877-891.

Neumann, D.M. 1979. Rapid evaluation of foliar fertilizer-induced damage: N, P, K, S on corn. **Agron J**. 71: 598-602.

Pagliaccia, D., Ferrin, D. and Stanghellini, M.E. 2007. Chemo-biological suppression of root infecting zoosporic pathogens in recirculating hydroponic systems. **Plant Soil.** 299: 163-179.

Parera, C. A. and Cantiffe, D. J. 1994. Presowing seed priming. **Hortic. Reviews** 16:109-141.

Passamani, F. R. F., Hernandes, T. Lopes, N. A., Bastos, S. C., Santiago, W. D., Cardoso, M. G. and Batista, L. R. 2014. Effect of Temperature, Water Activity, and pH on Growth and Production of Ochratoxin A by *Aspergillus niger* and *Aspergillus carbonarius* from Brazilian Grapes. **Journal of Food Protection** 77:1947-1952.

Prajapati, K.B. and Modi, H. A. 2012: Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil. **CIBTech journal of microbiology**. 1(2-3): 8-14.

Phosri, C., Rodriguez, A., Sarders, I.R. and Jeffries, P. 2010. The role of mycorrhizas in more sustainable oil palm cultivation. **Agriculture Ecosystems and Environment**. 135: 187-193.

Plants Database USDA, NRCS. 2006. **The PLANTS Database**. (http://plants.usda.gov, 17 October 2006). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA, and ITIS Retrieved October 17, 2006.

Pinruan, U., Rungjindamai, N., Choeyklin, R., Lumyong, S., Hyde, K.D. and Gareth Jones, E.B. 2010. Occurrence & diversity of basidiomycetousendophytes from the oil palm, Elaeisguineensis in Thailand." **Fungal Diversity**. 41: 71-88.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Ponnamperuma, F. N. 1981. **Properties of Tropical Rice Soils**. Lecture series delivered to graduate students at the Tropical Agriculture College, H. Cardenas, Tabasco, Mexico, July 23-25, 1981.

Qin, J.C., Zhang, Y.M.,. Gao, J.M,. Bai, M.S, Yang, S.X., Laatsch, H. and Zhang, A.L.. 2009. Bioactive metabolites produced by *Chaetomium globosum*, an endophytic fungus isolated from Ginkgo biloba. **Bioorg. Med. Chem. Lett.,** 19: 1572-1575.

Rai, J.N, Tewari, J.P, Mukerji, K.G. 1964. *Achaetomium*, a new genus of Ascomycetes. Can. **J. Bot**. 42:693-697.

Rademacher, W. 1994. Gibberellin formation in microorganisms. **Plant Growth Reg**., 15: 303-314.

Rahman, M.H. and Saiga, S. 2005. Endophytic fungi (*Neotyphodium coenophialum*) affect the growth and mineral uptake, transport and efficiency ratios in tall fescue (*Festuca arundinacea*). **Plant Soil.** 272: 163–171.

Reddy, V. R., Rao, P. V. and Reddy, C. V. 1988. Chemical composition and nutritive value of processed neem cake. **Indian J. Anim. Sci**., 68: 870-873.

Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold, A.E and Redman, R.S. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. **New Phytologist.** 182: 314-330.

Saikkonen, K., Wäli, P., Helander, M., and Faeth, S. H. 2004. Evolution of endophyte–plant symbioses. **Trends Plant Sci**. 9: 275-280.

Schardl, C. L., Leuchtmann, A., and Spiering, M. J. 2004. Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. **Annu. Rev. Plant Biol**. 55: 315-340.

Shanthiyaa V., Saravanakumar D. , Rajendran L., Karthikeyan G., Prabakar K., Raguchander T. 2013. Use of *Chaetomium globosum* for biocontrol of potato late blight disease. **Crop Protection** 52 (2013) 33-38.

Sibounnavong P., Sibounnavong P.S., Kanokmedhakul S. and Soytong, K. 2012: Antifungal activities of *Chaetomium brasilense* CB01 and *Chaetomium cupreum* CC03 against *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici race 2. **Journal of Agricultural Technology**, 8: 1029–1038.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Soytong, K. 1989. Antagonism of *Chaetomium cupreum* to *Pyricularia oryzae*: a case study to biocontrol ofa rice blast disease. **Thai Phytopathology.** 9: 28-33.

Soytong, K. 1992. Antagonism of *Chaetomium cupreum* to *Pyricularia oryzae*. **Journal of Plant Protection in the Tropics**. 9: 17-24.

Soytong, K. 1992. Biological Control of rice blast disease by seed coating with antagonistic fungi. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 14: 59-65.

Soytong, K. 2014. Bio-formulation of *Chaetomium cochliodes* for controlling brown leaf spot of rice. **Journal of Agricultural Technology.** 10(2):321-337.

Soytong, K., Kanokmedhakul, S., Kukongviriyapa, V. and Isobe, M. 2001. Application of *Chaetomium s*pecies (Ketomium®) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control: A review article. **Fungal Diversity** 7: 1-15.

Strobel, G., Daisy, B., Castillo, U. and Harper, J. 2004. Natural products from endophytic microorganisms. **Journal of Natural Products**. 67: 257-268.

Suzuki, F., Yamaguchi, J., Koba, A., Nakajima, T. and Arai, M. 2010. Changes in fungicide resistance frequency and population structure of *Pyricularia oryzae* after discontinuance of MBI-D fungicides**. Plant Disease Journal.** 94: 329-334.

Syamsia, Kuswinantib, T., Syamunb, E. and Masniawati, A. 2015. The potency of endophytic fungal isolates collected from local aromatic rice as indole acetic acid (IAA) producer. **Procedia food science**. 3: 96 – 103.

Syed, N.A., David, J.M., Pearl, K.C, Ly, Jennifer, A.S, Peter, A. McGee. 2009. Do plant endophytic and free-living Chaetomium species differ. **Australas. Mycol.** 28:51–55.

Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M., Kumar, S. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. **Mol. Biol. Evol**. 28:2731-2739.

Tian, X. Cao, L., Tan, L.X., Zeng, H.M., Jia, Q.G., Han, Y.Y. and S.N., Zhou, 2004. Study on the communities of endophytic fungi and endophytic actinomycetes from rice and their antipathogenic activities in vitro. **World Journal Microbiol Biotechnol**. 20: 303–309.

Tongon, R. and Soytong, K. 2016. Fungal Metabolites from *chaetomium brasilense* to Inhibit *Fusarium solani*. **International Journal of Agricultural Technology** 12(7.1):1463-1472.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Ulrich, K., Ulrich, A. and Ewald. D. 2008. Diversity of endophytic bacterial communities in poplar grown under field conditions. **FEMS Microbiol Ecol.** 63: 169-180.

Umamaheswari, C. and Prabhakaran, N. 2012. **Molecular Taxonomy of *Chaetomium* Species**. Division of Plant Pathology, IndianAgricultural Research Institute, Pusa Campus, New Delhi, Delhi India.

Uthandi, S., Karthikeyan, S., Sabarinathan, K. G. 2010: Gibberellic acid production by Fusarium fuzikoroi SG2. **Journal of scientific and industrial research**. 69(03): 211-214.

Vergara, B.S. and De Datta, S. K. 1996. *Oryza sativa* L. In Grubben, G. J. H. and S. Partohardjono, eds. **Plant Resources of South–East Asia No. 10** : Cereals . PROSEA Foundation, Indonesia. 106-115.

Verma, V.C., Kharmar, R.N. and Strobel, G.A. 2009. Chemical and functional diversity of natural products from plant associated endophytic fungi. **Nat Prod Commun**. 4: 1511-1532.

Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., Heier, T., Hückelhoven, R., Neumann, C. and von Wettstein, D. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. **Proc. Natl. Acad. Sci.** U.S.A. 102: 13386-13391.

Waqas, M., Khan, A. L., Kamran, M., Hamayun, M., Kang, S. M., Kim, Y. H. And Lee I. J. 2012: Endophytic Fungi Produce Gibberellins and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress. **Molecules**. 17(9): 10754-10773.

White, T. J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J. W. 1990. **Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics**. In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White [ed.], PCR protocols: a guide to methods and applications. New York Academic Press, Inc.: New York. 315–322.

Yew, S.M., Chan, C.L., Lee, K.W., Na, S.L., Tan, R., Hoh, C.C. 2014. A Five-Year Survey of Dematiaceous Fungi in a Tropical Hospital Reveals Potential Opportunistic Species. **PLoS ONE.** 9(8):1-10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Yuan, Z.L., Su, Z., Mao, L., Peng, Y., Yang, G., Lin, F. and Zhang, C. 2011. Distinctive endophytic fungi assemblage in stems of wild rice (*Oryza granulate*) in China with special reference to two species of Muscodor (*Xylariacea*e). **The Journal of Microbiology**. 49: 15-23.

Zakria Ahmed, H., Gaber, K., Yaseen, T., Ahmed,Y., El-Gantiry, S. and Helmy, M. 2016. Antagonistic activity of some Chaetomium species against common bean root rot pathogens. **Mycology Research and Plant Disease Survey**.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ-นามสกุล** นางสาวเธียรรัตน์ หลีวิจิตร

**วัน เดือน ปีเกิด** 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2535

**ที่อยู่** 51 หมู่ 6 ตำบลชัยบุรี อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง 93000

**โทร** 083-033-9783

**ติดต่อ** zerarob@gmail.com

**ประวัติการศึกษา**

| ปี | ระดับการศึกษา |
|---|---|
| 2553 | จบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา 1-6 ที่โรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง |
| 2557 | จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี ปริญญาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2558 | กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

**งานวิจัยที่ตีพิมพ์**

ปี 2559 Leewijit, T., Pongnak, W., Soytong, K. and Poeaim, S. 2016. Isolation of soil and endophytic fungi from rice (*Oryza sativa* L.). **International Journal of Agricultural Technology** 12(7.2): 2191-2202.

และ เข้าร่วมงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The Fifth International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development 2016 (5th ICIST 2016) “Water conservation, Biological Diversity, Food and Agriculture” November 26-27, 2016 Inle Cherry Queen Hotel, Southern Shan State, Myanmar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้