การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด

SCREENING FOR EFFECTIVE STRAINS OF *Trichoderma* spp. AS SOME VEGETABLE GROWTH STIMULATORS.

จุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์
JUTARAT KUNSIRIVANIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-326-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด

SCREENING FOR EFFECTIVE STRAINS OF *Trichoderma* spp. AS SOME VEGETABLE GROWTH STIMULATORS.

T049627

จุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์

JUTARAT KUNSIRIVANIT

เลขหมู่....................
เลขทะเบียน 49627
วัน, เดือน, ปี 25 ก.พ. 2547

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพืชสวน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2546

ISBN 974-324-326-7

SCREENING FOR THE EFFECTIVE STRAINS OF *Trichoderma* spp. AS SOME VEGETABLE GROWTH STIMULATORS.

JUTARAT KUNSIRIVANIT

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

ISBN 974-324-326-7

COPYRIGHT 2003
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด

SCREENING FOR THE EFFECTIVE STRAINS OF *Trichoderma* spp. AS SOME VEGETABLE GROWTH STIMULATORS

ชื่อนักศึกษา นางสาวจุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์
รหัสประจำตัว 39066203
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา พืชสวน
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	**ลายมือชื่อ**
รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์	
รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง	
รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์	
รศ.ภัญชนา มีแก้วกุญชร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 1 พฤษภาคม 2546 เวลา 10.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร ห้อง 1 (ชั้น 1 ตึก L)

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

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....9......**เดือน**.....พฤษภาคม.............**พ.ศ.**.....2546.....

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด
นักศึกษา	นางสาวจุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์
รหัสประจำตัว	39066203
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2546
อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร. วิรัตน์ ภูวิวัฒน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม สร้อยทอง

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ปรากฏว่า สามารถจัดจำแนกเชื้อราได้ 6 ชนิด ได้แก่ *T. harzianum* สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 SN.No.1 A3/2-01 และ 0110B *T. koningii* สายพันธุ์ S.No.1 0110A และ 0301 *T. hamatum* สายพันธุ์ A10/1-02 B5-01 No.1 B7-02 และ FC-02 *T. polysporum* สายพันธุ์ 0203 *T. reesei* สายพันธุ์ 11A04A และ *T. viride* สายพันธุ์ 03I0201 0103 และ No.16

การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัวโดยการคลุกเชื้อราในวัสดุปลูก ปรากฏว่า เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 และการไม่ใช้เชื้อรา ในขณะที่การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัวในทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เพื่อศึกษาผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราที่มีต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อไป

ซึ่งจากการศึกษาปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ปรากฏว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อราไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีแนวโน้มให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีการเจริญ

เติบโตดีกว่าการไม่ใช้เชื้อราและการใช้เชื้อราจำนวนน้อยกว่า ในขณะที่การใช้เชื้อราจำนวน 247.10×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตดีที่สุด นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้เชื้อรา 247.10×10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21วันก่อนปลูกมีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากพืชได้มากที่สุด ซึ่งเมื่อนำชิ้นส่วนรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัวจากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 คลุกในวัสดุปลูก มาศึกษาด้วยกล้อง Scanning Electron Microscope พบเชื้อรา *Trichoderma* sp. เจริญอยู่ภายในรากพืช

Thesis Title	Screening for the Effective Strains of *Trichoderma* spp. as Some Vegetable Growth Stimulators.
Student	Miss Jutarat Kunsirivanit
Student ID	39066203
Degree	Master of Science
Programme	Horticulture
Year	2003
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Wirat Phuwiwat
Thesis Co-advisor	Associate Professor Dr. Kasem Soytong

ABSTRACT

Nineteen strains of *Trichoderma* spp. were morphological studied and identified as 6 species namely ; *T. harzianum* strains 0101 , 2801 , Lab.5 , SN.No.1 , A3/2-01 and 0110B , *T. koningii* strains S.No.1 , 0110A and 0301 , *T. hamatum* strains A10/1-02 , B5-01 , No.1 B7-02 and FC-02 , *T. polysporum* strain 0203 , *T. reesei* strains 11A04A and *T. viride* strains 03I0201 , 0103 and No.16

The effective strains of *Trichoderma* spp. as plant growth stimulators were screened from these 19 strains by using the Chinese cabbage (*Brassica campestris* var. *chinensis*) and Chinese radish (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) as the tested plants. Each strain was incorporated into the soil media and compared with the non- incorporated soil. It was found that soil incorporated with the *T. harzianum* strain A3/2-01 gave the significantly higher leaf area, shoot and total fresh weights of the Chinese cabbage than those of the other *Trichoderma* spp. and the non–treated soil. Besides, the highest shoot and total dry weights were also observed by the use of this strain but these were not significantly higher than those of the *T. hamatum* strain FC-02 and the non–incorporated soil. There was no significant differences among the 19 strains of *Trichoderma* spp. tetsed on growth of the Chinese radish. Hence, the strain A3/2-01 was selected for further investigation.

The effects of concentrations of *T. harzianum* strain A3/2-01 and incubation periods in the soil prior planting the Chinese cabbage and Chinese radish were conducted. There was no significant interaction between the two factors on the Chinese cabbage growth. However, the fungal concentration at $247.10\text{x}10^{8}$ spores/ml. tended to give better growth than those of the other concentrations used. On the other hand, the fungal application at the concentration of $247.10\text{x}10^{8}$

spores/ml. and incubated for 21 days gave the highest Chinese radish growth. Furthermore, the highest root colonization of the fungus on the roots of both tested plants were also found when the fungal concentration of 247.10×10^8 spores/ml. and 21 days incubation period was done. The SEM study of the roots from both plants revealed the penetration of the fungus into the inside root tissues.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.เกษม สร้อยทอง ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการทดลองครั้งนี้ รวมทั้งกรุณาให้ความรู้และคำปรึกษาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ. สมภพ ฐิตะวสันต์ และ รศ. ภัญชนา มีแก้วกุญชร ที่ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้และคำแนะนำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาจนกระทั่งประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาตรีทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนเสร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวกุลศิริวนิชย์ และครอบครัวผลจันทร์ ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

จุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....................I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ....................III
กิตติกรรมประกาศ....................V
สารบัญ....................VI
สารบัญตาราง....................VIII
สารบัญภาพ....................XI
สารบัญตารางภาคผนวก....................XIV
บทที่ 1 บทนำ....................1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา....................1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา....................3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย....................4
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ....................4

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....................5
2.1 ลักษณะของเชื้อรา....................5
2.2 การใช้เชื้อรา *Trichoderma spp.* ในการผลิตพืช....................6

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย....................17
3.1 การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma spp* จำนวน 19 สายพันธุ์....................17
3.2 การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช....................17
3.3 การทดสอบผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในข้อ 3.2 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช....................19
3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา *Trichoderma spp.* สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดกับรากพืช....................19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 สถานที่ทำการทดลอง..20

3.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน..20

บทที่ 4 ผลการทดลอง..21

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์...21

4.2 การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช...............................44

4.3 การทดสอบผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harziamum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช.............................62

4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 กับรากพืช...84

บทที่ 5 การวิจารณ์ผลการทดลอง...90

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ...92

บรรณานุกรม...94

ประวัติผู้เขียน...104

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์........23

4.2 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ที่เติมลงในวัสดุปลูก และจำวนเชื้อราภายหลังการคลุกเชื้อรา เป็นเวลา 14 วันก่อนการปลูก และภายหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน........45

4.3 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อความสูง จำนวนใบและพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด........48

4.4 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักสด ของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด........50

4.5 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ35 วันหลังเพาะเมล็ด........51

4.6 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ที่เติมลงในวัสดุปลูก และจำวนเชื้อราภายหลังการคลุกเชื้อรา เป็นเวลา 14 วันก่อนการปลูก และภายหลังการปลูกผักกาดหัว 56 วัน........53

4.7 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบของผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด........55

4.8 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางรากของผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด........58

4.9 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักสดของผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด........60

4.10 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด........61

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.11 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01ในวัสดุปลูกที่คลุกเชื้อราในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ก่อนและหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง……………………………………………………………63

4.12 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01ต่อความสูง จำนวนใบและพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้งอายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด……………………………………………..67

4.13 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01ต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักสดรวมของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด………………………...69

4.14 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01ต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด……………………………..70

4.15 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่คลุกเชื้อราในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ก่อนและหลังการปลูกผักกาดหัว………………………………………………………72

4.16 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อความสูง จำนวนใบและพื้นที่ใบของผักกาดหัวเมื่ออายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด…………………………………………………75

4.17 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวรากของผักกาดหัวอายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด……………………………………………………78

4.18 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวมของผักกาดหัว อายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด…………………………………81

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า
4.19 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดหัว อายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด..83
4.20 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อราต่อการครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัวของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01..85

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.1 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 0101..............................25

4.2 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 2801..............................26

4.3 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ Lab.5..............................27

4.4 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ S.No.1..............................28

4.5 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ A10/1-02..............................29

4.6 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ SN.No.1..............................30

4.7 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01..............................31

4.8 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ B5-01..............................32

4.9 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ No.1..............................33

4.10 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ B7-02..............................34

4.11 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 0110 B..............................35

4.12 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ FC-02..............................36

4.13 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma polysporum* สายพันธุ์ 0203..............................37

4.14 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma reesei* สายพันธุ์ 11A04A..............................38

4.15 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ 0110A..............................39

4.16 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ 0301..............................40

4.17 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ 03I0201..............................41

4.18 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ 0103..............................42

4.19 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ No.16..............................43

4.20 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ในวัสดุปลูกหลังการคลุก
และไม่คลุกเชื้อรา(control) 14 วัน ก่อนการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง..............................46

4.21 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 ในวัสดุปลูกจากการคลุกและ
ไม่คลุกเชื้อรา(control) หลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน..............................47

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.22 ผลของการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา (Control) 35 วันหลังเพาะเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง..........49

4.23 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ในวัสดุปลูกหลังการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา(control) 14 วัน ก่อนการปลูกผักกาดหัว..........52

4.24 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ในวัสดุปลูกจากการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา(control) หลังการปลูกผักกาดหัว 56 วัน..........54

4.25 ผลของการปลูกผักกาดหัวในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา (Control) 56 วันหลังเพาะเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหัว..........56

4.26 ผลของการปลูกผักกาดหัวในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp . จำนวน 19 สายพันธุ์ และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา (Control) 56 วันหลังเพาะเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว..........59

4.27 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา4 ระยะเวลา ก่อนทำการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 64

4.28 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา หลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน..........65

4.29 ผลของการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกโดยปริมาณการใช้เชื้อราที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา..........68

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.30 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อรา ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลาก่อนทำการปลูกผักกาดหัว……………………………......73

4.31 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อรา ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลาหลังทำการปลูกผักกาดหัว 56 วัน…………………………74

4.32 ผลของการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก โดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา ต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหัว……………..…..76

4.33 ผลของการการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก โดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วม กับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา ต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว……………..79

4.34 การครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน จากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01จากการใช้ ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อราในวัสดุปลูกแตกต่างกัน 4 ระยะเวลา…………………………………………………………………86

4.35 การครอบครองรากผักกาดหัว อายุ 56 วันจากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อราในวัสดุปลูกแตกต่างกัน 4 ระยะเวลา……………….....87

4.36 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ภายในรากผักกาดเขียวกวางตุ้งอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด ………………………………………......88

4.37 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ภายในรากผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด……..…………………………………………………….89

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความเป็นกรด – ด่างของวัสดุปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง.....................................100

2 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความเป็นกรด – ด่างของวัสดุปลูกผักกาดหัว.....................................101

3 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกันต่อความเป็นกรด – ด่าง ของวัสดุปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง.....................................102

4 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกันต่อความเป็นกรด – ด่าง ของวัสดุปลูกผักกาดหัว.....................................103

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การผลิตพืชทางการเกษตรในปัจจุบันมีการนำสารเคมีชนิดต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตกันมากขึ้น แต่การใช้สารเคมีเหล่านี้ได้ก่อให้เกิดปัญหาตามมามากมาย เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีมีผลให้เกิดการตกค้างและสะสมของไนเตรท และฟอสเฟตในดินและแหล่งน้ำต่างๆ (นิวัติ เรืองพานิช. 2542) ก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของดิน และยังทำลายจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินอีกด้วย (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532) นอกจากนั้นสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรยังก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตอาหาร ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและยังก่อให้เกิดปัญหาด้านการค้าระหว่างประเทศอีกด้วย (อวบ สารถ้อย. 2540)

ปัญหาจากการใช้สารเคมีในการเกษตรดังกล่าว ทำให้มีผู้สนใจการเกษตรแบบธรรมชาติมากขึ้น เช่น การใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วก่อนปลูก หรือการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง(*Spirurina* spp.)ใส่ในนาข้าว เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี (นภา โล่ห์ทอง. 2537) การใช้เชื้อไรโซเบียมเป็นปุ๋ยชีวภาพในการเพาะปลูกพืช(มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543) เป็นต้น

สำหรับด้านการควบคุมโรคพืชนั้น มีการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เพื่อลดปริมาณประชากรของเชื้อโรคพืชหรือลดกิจกรรมของเชื้อโรคอันจะก่อให้เกิดโรคจนอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ (สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2542) ซึ่งเชื้อรา *Trichoderma* spp. ก็เป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี โดยมีการนำมาใช้ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด เช่น การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรค damping–off ของถั่วซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Pythium* spp. (Lifshitz *et al*. 1986) ควบคุมโรค damping–off ของยาสูบซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Patel and Patel. 1992) ควบคุมเชื้อ *Armillaria* spp.ซึ่งทำให้เกิดโรครากเน่าในไม้ยืนต้นและไม้พุ่มเตี้ยบางชนิด(Fox *et al*. 1994) และควบคุมเชื้อ *Colletotrichum lindemuthianum* สาเหตุโรคแอนแทรกโนสของถั่ว (Barros *et al*. 1995) เป็นต้น นอกจากนั้น ยังมีรายงานการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ร่วมกับสารสะเดาในการควบคุมไส้เดือนฝอย (*Meloidogyne incognita*) สาเหตุโรครากปมของมะเขือเทศ ซึ่งพบว่า มะเขือเทศมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นด้วย (Rao *et al*. 1997) และการใช้เชื้อรา *T. viride* ผสมกับขี้เลื่อยในการปลูกทานตะวัน สามารถลดการตายของทานตะวัน พันธุ์ SSH-999 ที่มีสาเหตุจากโรคพืชได้ และ

ยังมีผลให้จำนวนผลย่อยเพิ่มขึ้นด้วย (Mathivanan *et al.* 1998) ในขณะที่ Khan and Gupta (1998) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. hamatum* *T. harzianum* และ *T. viride* มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรครากเน่าของมะเขือยาว และมีผลให้มะเขือยาวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น 36 33 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ด้วยเหตุที่การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชนั้น มีผลให้พืชมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ต่อมาจึงมีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยไม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช ตัวอย่างเช่น Paulitz *et al.* (1985) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* หมักในวัสดุปลูกมีผลให้น้ำหนักแห้ง ความสูงและจำนวนตาดอกในกิ่งปักชำเบญจมาศเพิ่มขึ้น และการใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. koningii* หมักลงในวัสดุปลูก มีผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอก น้ำหนักแห้งของรากและต้นของมะเขือเทศและยาสูบเพิ่มขึ้น (Windham *et al.* 1986) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ใส่ลงในวัสดุปลูกที่มีพีท 20 เปอร์เซ็นต์ และ 80 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรมีผลทำให้การเจริญเติบโตของแรดิชดีที่สุด (Paulitz *et al.* 1986) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* คลุกกับวัสดุปลูก ทำให้เมล็ดพริกไทยสามารถงอกได้เร็วขึ้น เร่งการออกดอกของแพงพวย เพิ่มจำนวนดอกของเบญจมาศและเพิ่มน้ำหนักแห้งของถั่ว แรดิช แตงกวา พริกไทย และมะเขือเทศ (Chang *et al.* 1986) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* คลุกกับวัสดุปลูก มีผลทำให้น้ำหนักสดและแห้งของยอด และน้ำหนักแห้งของรากผักกาดหอมเพิ่มมากขึ้น (Ousley *et al.* 1994a) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. viride* คลุกในวัสดุปลูก ทำให้ดาวเรืองฝรั่งเศส พิทูเนีย และเวอร์บีน่า มีจำนวนดอกต่อต้น น้ำหนักสดและแห้งของรากและลำต้นเพิ่มขึ้น (Ousley *et al.* 1994b) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* คลุกในวัสดุปักชำ พบว่าทำให้ต้นเบญจมาศ 4 พันธุ์ มีน้ำหนักแห้งรากและยอดเพิ่มขึ้น (MacKenzie *et al.* 1995) และ มีผลให้เบญจมาศ พันธุ์ Dark Bronze Charm ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ออกรากยาก มีความยาวรากเพิ่มขึ้นหลังการปักชำ 21 วัน (MacKenzie *et al.* 2000) การใช้เชื้อรา *T. viride* สายพันธุ์ T-6-RC คลุกในวัสดุปลูก(พีท) มีผลให้แตงกวามีความสูง จำนวนตาดอก พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น (Poldma *et al.* 2000) การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-203 ผสมในดินซึ่งใช้ปลูกแตงกวา มีผลให้แตงกวามีพื้นที่ผิวของราก ความยาวราก น้ำหนักแห้ง ความยาวต้น พื้นที่ใบเพิ่มขึ้น และมีปริมาณฟอสฟอรัส (P) และเหล็ก (Fe) เพิ่มขึ้น และเมื่อนำเชื้อราดังกล่าวไปใช้ในการปลูกแตงกวาระบบ hydroponic มีผลให้แตงกวามีน้ำหนักแห้งของต้นและราก และปริมาณธาตุอาหารบางชนิดเพิ่มขึ้นอีกด้วย(Yedidia *et al.* 2001)

ส่วนการวิจัยในด้านการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อส่งเสริมหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ในประเทศไทยได้ริเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยความร่วมมือระหว่างผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ ภาควิชาพืชสวน และ รองศาสตราจารย์ ดร. เกษม สร้อยทอง ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช (กรุณา ทาศรี. 2539 ; ชัชวาล ไชยมากและไพบูลย์ ภูศรี. 2539 ; สุรางค์ พรอนันต์. 2539; ปิยะวดี เลาหะกุลไพศาล. 2539 ; วิชุดา ศิริบูรณ์. 2540 ; สุภัทรา เจริญศิลป์. 2540 ; สุรชาติ รัตนกิจ. 2540; วิรัตน์ ภูวิวัฒน์และเกษม สร้อยทอง. 2541 ; Phuwiwat and Soytong. 1999) โดยในปี พ.ศ. 2541 ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1-02 SN.No.1 A3/2-01 B5-01 No.1 B7-02 0110B FC-02 0203 11A04A 0110A 0301 03I 0201 0103 และ No.16 ดังรายงานของปาริชาติ นิยม (2542) ซึ่งพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp.สายพันธุ์ B5-01 0103 S.No.1 0203 และ 0101 มีผลให้คะน้ามีความสูง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ อรุณี ปีทนงค์ (2542) รายงานว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 0301 2801 FC-02 A3/2-01 และ SN.No.1 มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้ดาวเรืองมีความสูงของต้น พื้นที่ใบเฉลี่ย น้ำหนักสดของดอก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจะประสบความสำเร็จได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การเลือกใช้ชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.ให้เหมาะสมกับชนิดของพืช รูปแบบของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.และปริมาณของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ใช้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Baker *et al.* 1984 ; Chang *et al.* 1986 ; Ondrejova and Prokinova. 1990 ; Lynch *et al.* 1991 ; Ousley *et al.* 1994a) ดังนั้น จึงดำเนินการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาและคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อรา *Trichoderma* spp.ที่มีประสิทธิภาพสูง และทดสอบผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกพืช เพื่อให้การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์

1.2.2 เพื่อทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของปริมาณเชื้อรา และระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกพืชในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp.จำนวน 19 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ สายพันธุ์ No.16

1.3.2 ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ในการปลูกพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว

1.3.3. ศึกษาผลของปริมาณการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วจากการทดลองในข้อ 1.3.2 โดยใช้ปริมาณเชื้อรา 4 ระดับ คือ 1 3 5 และ 7 จานเลี้ยงเชื้อ ร่วมกับการบ่มเชื้อในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกพืช 4 ระยะเวลา คือ 0 7 14 และ 21 วันในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง และผักกาดหัว

1.3.4 ศึกษาการครอบครองรากพืชของเชื้อรา *Trichoderma* spp. และลักษณะการอยู่ร่วมกับรากพืช โดยใช้กล้อง scanning electron microscope

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์และสามารถจำแนกชนิดของเชื้อราได้

1.4.2 สามารถคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช จากเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์

1.4.3 ทราบปริมาณเชื้อราและระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่คัดเลือกแล้วในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกพืช ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการเพิ่มผลผลิตของพืชต่างๆ ต่อไปในอนาคต

1.4.4 ทราบลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา *Trichoderma* spp. และรากพืช

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะของเชื้อรา

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อรา

เชื้อรา(fungi)หมายถึง จุลินทรีย์ที่มีนิวเคลียสแบบ eukaryote ไม่มีคลอโรฟิลล์ สร้างสปอร์ได้ มีการสืบพันธุ์แบบมีเพศและไม่มีเพศ (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532) มีทั้งชนิดเซลเดียวและหลายเซล พวกหลายเซลจะมีรูปร่างเป็น filamentous ผนังเซลประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลสหรือไคติน (พิไลพรรณ พงษ์พูล. 2525)

การเจริญของเชื้อราประกอบด้วย ระยะเจริญ (somatic หรือ vegetative phase)และระยะสืบพันธุ์ (reproductive phase)โครงสร้างในระยะสืบพันธุ์นั้นแตกต่างกันไปหลายรูปแบบตามชนิดของเชื้อรา และใช้เป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกหมวดหมู่ของเชื้อรา โครงสร้างระยะเจริญของเชื้อราส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นใย (เสริมสิน ศิริวัฒนา. 2539ก) ซึ่งเจริญเติบโตโดยการขยายขนาดทางส่วนปลายของเส้นใย(apical growth) เส้นใยแตกแขนงแผ่กระจายไปบนอาหารเพื่อเจริญเป็นโคโลนีต่อไป (เสริมสิน ศิริวัฒนา. 2539ข)

เชื้อราสามารถเจริญได้บนอาหารที่เป็นอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร อุณหภูมิตั้งแต่ 0–35 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ระดับ pH ที่เหมาะสมกับเชื้อรา คือ 4-6 แต่เชื้อราสามารถเจริญได้ในช่วง pH 2 -10 (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532) และสามารถทำงานได้ดีกว่าแบคทีเรียเมื่อดินเป็นกรด (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2529)

เชื้อราบางชนิดมีความสัมพันธ์กับพืช โดยทำหน้าที่ในการจัดหาแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตและพัฒนาการ การเพิ่มผลผลิต ตลอดจนเพิ่มความต้านทานให้กับพืช แต่เชื้อราบางชนิดได้รับอาหารโดยตรงจากพืชเป็นเหตุให้เกิดความเสียหายกับพืช หรือทำให้พืชมีลักษณะอาการที่ผิดไปจากปกติ เช่น แสดงอาการเป็นโรคและอาจทำให้พืชเป็นอันตรายถึงตายได้(เสริมสิน ศิริวัฒนา. 2539ข)

2.1.2 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราที่พบเสมอในดิน ลักษณะโคโลนีบนอาหาร PDA มีการเจริญเรียบบนผิวอาหาร เส้นใยเป็นแบบมีผนังกั้นสีใส conidiophore มีลักษณะไม่แตกต่างจากเส้นใย มีการแตกแขนงได้ดี ตอนปลายของ conidiophore เป็น phialide ซึ่งแตกแขนงมาจาก phialophore phialideมีรูปร่างเรียวยาว เกิดเป็นแฉกมี 3 phialide มีสีใสผิวเรียบ เกิดจาก aerial mycelium จะเกิด

เป็นกลุ่ม(spore ball) ตรงส่วนปลายของ phialide phialospore มีรูปร่างกลม รูปไข่ มีสีเขียวผิวเรียบ (Domsch *et al.* 1980) ซึ่งสามารถจัดจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้ดังนี้

Sub- Division	Deuteromycotina
Form-Class	Hyphomycetes
Form-Order	Moniliales
Form-Family	Moniliaceae
Form–Genus	*Trichoderma*

2.2 การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการผลิตพืช

2.2.1 การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี มีการนำเชื้อราชนิดนี้มาใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชได้หลายชนิด เช่น

Rao *et al.* (1997) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ร่วมกับการใช้สารสกัดสะเดา มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) ในมะเขือเทศได้ดีกว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* หรือ สารสกัดสะเดา ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว

Khan and Gupta (1998) ศึกษาผลของเชื้อรา *T. harzianum* *T. hamatum* *T. viride* *T. koningii* และ *T. polysporum* ในการควบคุมเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรค dry root rot ซึ่งเป็นโรคที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมะเขือยาว โดยทำการทดสอบกับมะเขือยาวพันธุ์ Hybrid Kanhaya ในแปลงทดลอง ประเทศอินเดีย พบว่าเชื้อรา *T. hamatum* *T. harzianum* และ *T. viride* มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการควบคุมเชื้อรา *M. phaseolina* ซึ่งเป็นผลให้มะเขือยาวมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้น 36 33 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ เชื้อรา *T. koningii* และ *T. polysporum* แสดงผลไม่ชัดเจนนักในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช

Mathivanan *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษา การใช้เชื้อรา *T. viride* คลุกเคล้ากับวัสดุต่างๆ 4 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก รำข้าว ขี้เลื่อย และ รำข้าวสาลี เพื่อนำไปใช้ในการปลูกทานตะวัน พันธุ์ SSH 999ในแปลงทดลองของ Nagarjuna Agricultural Research and Development Institute ประเทศอินเดีย ซึ่งพบว่าการใช้ เชื้อรา *T. viride* คลุกเคล้ากับขี้เลื่อย สามารถลดการตายของต้นทานตะวันจากสาเหตุโรคพืชได้ นอกจากนั้นยังมีผลทำให้จำนวนผลย่อยของทานตะวันเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Rao *et al.* (1998) ทำการศึกษาการใช้สารสกัดจากพืช 3 ชนิด คือ สะเดา ละหุ่ง และ pongamia (*Pongamia pinnata*) ร่วมกับ *T. harzianum* ในการควบคุมไส้เดือนฝอย ซึ่งการใช้เชื้อรา

T. harzianum ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อราผสมสารสกัดจากละหุ่ง 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีผลทำให้เชื้อรา *T. harzianum* มีการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์มากขึ้น และเมื่อนำเชื้อรา *T. harzianum* ไปใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในการปลูกมะเขือยาว พบว่ามีผลทำให้มะเขือยาวมีความต้านทานต่อการเกิดแผลบริเวณราก และมีความสูงและน้ำหนักของต้นกล้าเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น เชื้อรา *T. harzianum* ยังสามารถครอบครองรากพืชและควบคุมไส้เดือนฝอยได้มากขึ้นด้วย

Sudhamoy *et al.* (1999) พบว่าการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *T. reesei* *T. pseudokoningii* *T. hamatum* *Talaromyces flavus* *Chaetomium globosum* และ *Trichothecium roseum* สามารถยับยั้งการงอกของ conidia ของเชื้อรา *Drechslera sorokiniana* ได้ 92 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อใช้เชื้อราปฏิปักษ์ในการปลูกข้าวสาลี พบว่าสามารถเพิ่มการงอกของเมล็ดที่คลุกด้วยเชื้อรา *Drechsler sorokiniana* และสามารถลดจำนวนโรค spot blotch รวมทั้งช่วยป้องกันการติดเชื้อสาเหตุโรคพืชทางใบได้อีกด้วย นอก จากนั้น ยังพบว่าข้าวสาลีมีน้ำหนักรากและต้นเพิ่มขึ้นด้วย

พรพรรณ อู่สุวรรณและเกษม สร้อยทอง(2541) รายงานว่าการใช้ยาเชื้อชนิดเม็ด *Trichoderma* spp. (PC01+PC02) ในอัตรา 10 กรัมต่อต้น ในการป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และใช้ปูนขาวปรับสภาพดินทุก 4 เดือน สามารถลดการเกิดโรคได้ 44.66 เปอร์เซ็นต์ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของทรงพุ่ม ความสูงและผลผลิตของส้มเขียวหวานโดยส้มเขียวหวานที่ใช้ยาเชื้อให้ผลผลิตเท่ากับ 45.61 กิโลกรัมต่อต้น ในขณะที่การไม่ใช้ยาเชื้อให้ผลผลิตเท่ากับ 27.79 กิโลกรัมต่อต้น

พินิต สดสะอาด และ เกษม สร้อยทอง (2541) รายงานว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *Chaetomium* (CG+CC) *Trichoderma* (PC01-PC02) และการใช้ *Chaetomium*ร่วมกับ *Trichoderma* ในอัตรา 20 กรัมต่อต้นสามารถลดการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทย ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ได้ 84.70 68.36 และ 87.99 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

จิระเดช แจ่มสว่าง และคณะ (2542) ใช้เชื้อรา ไตรโคเดอร์มา (KUN 1) ชนิดเม็ดคลุกเคล้ากับดินก่อนปลูกเมล็ดถั่วฝักยาว พบว่า การใช้เม็ดเชื้อราในอัตรา 2.5 5 และ 10 กรัมต่อกระถาง มีผลให้ต้นถั่วรอดตายจากโรคเน่าระดับดินซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ 38-53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้เชื้อรา

สุภัทรา จิตรเกษมสุขและเกษม สร้อยทอง(2545) รายงานการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ไตรโคเดอร์มาว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยและการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris incurvata* สาเหตุโรคใบจุดของสละ เชื้อรา *Rhizoctonia solani* สาเหตุโรคใบไหม้ของสละ และ *Marasmius palmivorus* สาเหตุโรคผลเน่าแห้งของสละได้

2.2.2 การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

นอกจากประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชแล้ว เชื้อรา *Trichoderma* spp. ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด ดังรายงานการวิจัยต่อไปนี้

Chang *et al.*(1986) รายงานผลการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-95 และ T-203 ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผักและไม้ดอกชนิดต่างๆ ดังนี้ ในการทดสอบการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-95 กับพิทูเนีย พบว่าหลังการปลูก 42 วันพิทูเนียมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และขนาดทรงพุ่มใหญ่กว่าการไม่ใช้เชื้อรา ส่วนกิ่งเบญจมาศที่ปักชำในพีทผสมรำข้าว (peat-bran) ผสม *T. harzianum* สายพันธุ์ T-95 เป็นเวลา 57 วัน มีขนาดและความสูงมากกว่ากิ่งที่ไม่ใช้เชื้อรา และจากการเปรียบเทียบการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-95 ผสมในวัสดุปลูก (ดินผสมพีทผสมรำข้าว 20 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณ) พบว่าทำให้แพงพวยพันธุ์ Little PinKie และ Little Bright Eyes มีความสูงและการออกดอกเพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบผลการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ต่อการเจริญเติบโตของผัก พบว่า วัสดุปลูกที่คลุกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-203 มีผลให้เมล็ดพริกไทยงอกเร็วขึ้น 2 วัน มะเขือเทศ พริกไทยและแตงกวามีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะแตงกวามีความสูงและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อใช้วัสดุปลูกที่คลุกด้วยสปอร์ของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T–203 จำนวน 10^5 สปอร์ต่อดิน 1 กรัมหรือมากกว่านั้น

Paulitz *et al.* (1986) รายงานผลการใช้ *T. harzianum* ในอัตราส่วน 0 2 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรต่อวัสดุปลูก โดยวัสดุปลูกเป็นส่วนผสมระหว่างพีทและเวอร์มิคูไลท์ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน คือ การใช้พีทในอัตรา 0 20 40 60 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตของแรดิช พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 และ 5 แรดิชมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระดับของอัตราการผสมของเชื้อรา *T. harzianum* ในทุกระดับของอัตราส่วนผสมของวัสดุปลูก ยกเว้นวัสดุปลูกที่ไม่มีพีท ซึ่งวิธีการที่ทำให้แรดิชมีขนาดใหญ่ที่สุดคือ การใช้วัสดุปลูกที่มีพีทผสมอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการที่ใช้วัสดุปลูกที่ไม่มีพีท และมีพีท 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้แรดิชมีขนาดเล็กที่สุด นอกจากนี้จากการทดสอบการปลูกเมล็ดถั่วในวัสดุปลูกหลังจากการถอนแรดิช พบว่าต้นกล้าของถั่วไม่เป็นโรค damping-off และไม่พบเชื้อรา *Pythium* spp.ในวัสดุปลูก ซึ่งจากการทดลองนี้คณะผู้วิจัยสรุปว่า *T. harzianum* มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและสามารถควบคุมเชื้อสาเหตุโรค damping-off ได้

Windham *et al.* (1986) ได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อ *T. harzianum* สายพันธุ์ T–95 T–12 และ *T. koningii* สายพันธุ์ T-8 คลุกลงในวัสดุปลูก พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการงอกและจำนวนต้นยาสูบและมะเขือเทศได้ นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการที่ใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. คลุกในวัสดุปลูกมีผลทำให้ขนาด

ของต้นกล้ามีความสม่ำเสมอ และน้ำหนักแห้งของรากและต้นมะเขือเทศเพิ่มขึ้น 213–275 เปอร์เซ็นต์ และ 259–318 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการเพิ่มสารละลายธาตุอาหารพืชในระหว่างการปลูก มีผลให้การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T–12 สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นกล้าและรากมะเขือเทศ และการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ T–8 และ T–95 สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของแรดิชได้อีกด้วย

Windham *et al*. (1989) ทำการศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดและไส้เดือนฝอย (*Meloidogyne arenaria*) สาเหตุโรครากปม โดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T – 12 และ *T. koningii* สายพันธุ์ T-8 ผสมในวัสดุปลูกที่ใช้ปลูกข้าวโพดจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Pioneer 3110 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อไส้เดือนฝอย และพันธุ์ Northurp King 508 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อไส้เดือนฝอย พบว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ผสมในวัสดุปลูกที่มีและไม่มีไส้เดือนฝอย มีผลทำให้ข้าวโพดทั้งสองพันธุ์มีความสูงของต้น น้ำหนักสดของรากและต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้น และจากการเปรียบเทียบจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยในรากข้าวโพดทั้งสองพันธุ์ พบว่า เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T–12 และ *T. koningii* สายพันธุ์ T-8 มีผลทำให้ไข่ไส้เดือนฝอยในรากข้าวโพดพันธุ์ Pioneer 3110 ลดลง 47 และ 53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.ทั้งสองสายพันธุ์ ไม่มีผลต่อจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยในรากข้าวโพดพันธุ์ Northurp King 508

Ondrejova and Prokinova (1990) รายงานผลการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T จากการเลี้ยงในพีทและการใช้สปอร์และเส้นใยของเชื้อราผสมในวัสดุปลูกเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช พบว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T มีผลทำให้แตงกวาพันธุ์ Sandra มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และการใช้เชื้อราที่เลี้ยงในพีทมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้สปอร์และเส้นใยของเชื้อราโดยตรง

Monaco (1991) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* และ *T. koningii* มีผลทำให้มะเขือเทศและบีท มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการผลิตปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าผลจากการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช

Kleifeld and Chet(1992) ทำการศึกษาการตอบสนองของพืชต่อรูปแบบการใช้ *T. harzianum* สายพันธุ์ T 203 ในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ พบว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ที่เพาะเลี้ยงในพีทผสมรำข้าว และการใช้สปอร์แขวนลอยคลุกในวัสดุปลูกทำให้ถั่ว แรดิช พริกไทย และแตงกวามีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงของต้นกล้า และพื้นที่ใบของพริกไทยเพิ่มขึ้น และในการทดสอบการตอบสนองของแตงกวาต่อเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T 203 ในวัสดุปลูกชนิดต่างๆคือ ดินร่วนปนทราย ดินอบฆ่าเชื้อ เวอร์มิคูไลท์ พีท:เวอร์มิคูไลท์ (อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร) และพีทพบว่าหลังการปลูก 15 วัน แตงกวาที่ปลูกในดินร่วนปนทรายคลุกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T 203 มีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 43 เปอร์เซ็นต์

รองลงมาคือวิธีการใช้พีท : เวอร์มิคูไลต์ คลุกเชื้อ ดินอบคลุกเชื้อ และเวอร์มิคูไลต์คลุกเชื้อรา ซึ่งพบว่า แตงกวามีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 35 26 23 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Inbar *et al.* (1994) ทำการทดลองโดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* ซึ่งเลี้ยงในพีทผสมรำข้าวแล้ว ผสมในวัสดุปลูกที่ใช้ปลูกแตงกวาและพริกไทยภายในโรงเรือน หลังจากเพาะเมล็ดแตงกวา 18 วัน และพริกไทย 30 วัน พบว่า แตงกวาและพริกไทยมีความสูงของต้นเพิ่มขึ้น 23.8 และ 17.2 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 96.1 และ 59.0 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น 24.7 และ 28.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เชื้อรา นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตและมีปริมาณคลอโรฟิลล์มากกว่าการไม่ใช้เชื้อรา ในขณะที่ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของต้นกล้าไม่มีความแตกต่างกับการไม่ใช้เชื้อรา

Ousley *et al.* (1994a) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ WT 92 20 และ 75 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในกากน้ำตาลหมักกับยีสซึ่งดัดแปลงให้เป็นผงแห้ง ทำการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกาดหอม โดยใช้ดินพีทผสมทรายเป็นวัสดุปลูกคลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ความเข้มข้น 0.75 และ 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนักวัสดุปลูก) โดยปลูกในกระถางภายใต้โรงเรือน พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งต้นได้ 26 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่าสายพันธุ์ WT จะมีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดอยู่บ้าง ซึ่งจากการทดลองในระยะ 4 วัน หลังจากการเพาะเมล็ด พบว่าการใช้สายพันธุ์ WT ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลให้เมล็ดงอกเพียง 13 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้สายพันธุ์อื่นๆมีความงอกมากกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ WT สามารถเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นได้ 14.3 และ 0.6 กรัมต่อกระถาง ตามลำดับ โดยไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของราก ซึ่งผลดังกล่าวทำให้อัตราส่วนของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น และรากเพิ่มขึ้น

Ousley *et al.* (1994b) ทำการศึกษาผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ต่อการออกดอกและการเจริญของส่วนต้นของพืชบางชนิด โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ WT T35 20 และ เชื้อรา *T. viride* สายพันธุ์ 47 ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุปลูก) พบว่าสายพันธุ์ 20 สามารถเพิ่มน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น 40 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T35 และ 20 ทำให้จำนวนดอกเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดสอบกับพิทูเนีย โดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ TH1 และ T12B ในอัตรา 0.1 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุปลูก) พบว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ TH1 ในอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ

ส่วนต้นเพิ่มขึ้น 82 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ TH1 ในอัตรา 0.1 และ 0.01 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ T12B ในอัตรา 0.1 มีผลทำให้จำนวนดอกและตาเพิ่มขึ้น 227 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นการใช้ *T. harzianum* สายพันธุ์ 20 และ *T. viride* สายพันธุ์ 75 92 และ T8 ในอัตรา 0.3 0.7 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุปลูก) และการใช้ *T. harzianum* สายพันธุ์ WT ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์(น้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุปลูก)สามารถเพิ่มจำนวนดอก น้ำหนักดอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นของเวอร์บีน่าได้

MacKenzie *et al.* (1995) รายงานผลการทดสอบการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนราก และส่วนลำต้นของกิ่งปักชำเบญจมาศ โดยการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-12 ซึ่งเพาะเลี้ยงในพีทผสมรำข้าว ผสมวัสดุปักชำในอัตรา 0 5 และ 25 กรัม ต่อวัสดุปักชำ 1 กิโลกรัม โดยเบญจมาศที่ใช้ในการทดลองมี 4 พันธุ์ เป็นพันธุ์ที่ออกรากง่ายจำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Davis และ White Marble และพันธุ์ที่ออกรากยาก จำนวน 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Dark Bronze Charm และ Golden Bounty หลังการปักชำ 21 วัน พบว่าการเพิ่มปริมาณเชื้อรา *T. harzianum* ทั้งสองอัตราทำให้กิ่งปักชำของเบญจมาศมีน้ำหนักสดส่วนรากและส่วนยอดมากกว่าในวิธีการที่ไม่ใช้เชื้อรา หลังจากนั้นทำการย้ายกิ่งปักชำไปปลูกในวัสดุที่ไม่คลุกเชื้อ ทำการวัดการเจริญเติบโตหลังการย้ายปลูก 4 สัปดาห์สำหรับเบญจมาศพันธุ์ Dark Bronze Charm และ 4.5 สัปดาห์สำหรับพันธุ์ Golden Bounty พบว่าต้นเบญจมาศพันธุ์ Dark Bronze Charm ที่มาจากกิ่งปักชำที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตรา 5 กรัมต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม มีความสูงและน้ำหนักแห้งส่วนต้นเพิ่มขึ้น 20 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในพันธุ์ Golden Bounty ต้นที่มาจากกิ่งปักชำที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* 5 และ 25 กรัมต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม มีความสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนลำต้นเพิ่มขึ้น 15 14 และ 19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

Cassiolato *et al.* (1996)ทำการทดลองในโรงเรือนโดยทำการย้ายต้นกล้าผักกาดหอมอายุ 15 วัน ลงปลูกในกระถางที่บรรจุวัสดุซึ่งมีส่วนผสมของ sphagnum peat : perlite อัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร และผสมด้วยกากจากโรงงานฝ้ายและกระดาษ 10 เปอร์เซ็นต์ วัสดุปลูกดังกล่าวคลุกเคล้าด้วยเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ TW5 และสายพันธุ์ WT-T95 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสารเคมี benomyl หลังการย้ายปลูก รดวัสดุปลูกด้วย benomyl ความเข้มข้น 1000 ppm และ iprodione ความเข้มข้น 500 ppm พบว่า หลังการย้ายปลูก 30 และ 45 วัน ผักกาดหอมมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

Manka *et al.* (1997)ทำการทดลองโดยใช้เชื้อรา *T. viride* สายพันธุ์ 85/1 และ *T. harzianum* ในการปักชำกิ่งคาร์เนชั่น พบว่า คาร์เนชั่นมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และสามารถควบคุมโรคเหี่ยวซึ่ง

เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ได้เป็นอย่างดี จากนี้ยังพบว่า เชื้อรา *T. viride* สายพันธุ์ 85/1 สามารถผลิต auxin ได้

Phuwiwat and Soytong (1999) ทำการศึกษาผลของการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ PC01 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหัว โดยการเติมเชื้อราในปริมาณ 10x10^8 32x10^8 และ 53x10^8 สปอร์ต่อกระถาง ลงในวัสดุปลูกเปรียบเทียบกับการปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่เติมสปอร์ของเชื้อรา พบว่าการเติมสปอร์ของเชื้อราทำให้การเจริญเติบโตของผักกาดหัวเพิ่มขึ้น โดยการเติมสปอร์ของเชื้อราในปริมาณ 53x10^8 สปอร์ต่อกระถางทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผักกาดหัวเพิ่มขึ้น 77.47 และ 56.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

MacKenzie *et al.* (2000)ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของกิ่งปักชำเบญจมาศพันธุ์ที่ออกรากยาก คือ พันธุ์ Dark Bronze Charm โดยการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-12 คลุกในพีทในอัตรา 0 5 และ 50 กรัมต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม และ คลุกใน alginate prill ในอัตรา 80 และ 800 กรัมต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม พบว่า หลังการปักชำ 7 และ 14 วัน การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ทุกอัตราไม่มีความแตกต่างกัน แต่หลังการปักชำ 21 วัน พบว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตรา 800 กรัมต่อ alginate prill 1 กิโลกรัม มีผลทำให้เบญจมาศมีน้ำหนักสดและความสูงของต้นเพิ่มขึ้น และพบว่าหลังการปักชำ 14 และ 21 วัน การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตรา 80 และ 800 กรัมต่อ alginate prill 1 กิโลกรัม มีผลให้เบญจมาศมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในวิธีการอื่นๆแต่ไม่มีความแตกต่างกับการไม่ใช้เชื้อรา ส่วนการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตรา 50 กรัมต่อพีท 1 กิโลกรัม มีผลทำให้ความยาวของรากกิ่งปักชำเบญจมาศเพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตรา 80 กรัมต่อ alginate prill 1 กิโลกรัมนั้น มีผลทำให้น้ำหนักรากของกิ่งปักชำเบญจมาศต่ำกว่าการไม่ใช้เชื้อรา ส่วนการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในอัตราสูงสุด คือ 800 กรัมต่อ alginate prill 1 กิโลกรัม ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากกิ่งปักชำเบญจมาศ

Mishra and Sinha(2000) ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา 4 ชนิด คือ *Gliocladium virens Trichoderma virens T. harzianum* และ *Aspergillus niger* และแบคทีเรีย *Pseudomonas fluorescens* สายพันธุ์ PfALR2 ในการปลูกข้าว พบว่า ข้าวมีความงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น 26.3–52.6 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวราก ความสูงของต้น และน้ำหนักสดของต้นกล้าเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าการแช่รากของต้นกล้าในสปอร์แขวนลอย มีผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Poldma *et al.* (2000) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *T. viride* สายพันธุ์ T-6-RC คลุกในพีท มีผลทำให้น้ำหนักสด ความสูง จำนวนตา และพื้นที่ใบของแตงกวาเพิ่มขึ้น

Zheng and Shetty (2000) รายงานว่า การแช่เมล็ดถั่วลันเตาในน้ำคั้นแอปเปิ้ลที่หมักด้วยเชื้อรา *T. viride* *T. harzianum* และ *T. pseudokoningii* ก่อนทำการปลูก มีผลทำให้ถั่วมีอัตราการงอกเพิ่มขึ้น 15 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่เมล็ดในน้ำก่อนปลูก และหลังการปลูก 5 วันพบว่า ต้นถั่วลันเตามีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 27 39 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น 33 46 และ 36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ phenolic acid เพิ่มขึ้น 13 18 และ 17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Phuwiwat *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาโดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ PC01 ความเข้มข้น 0 2.5x10^9 5x10^9 และ 10x10^9 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร (20 มิลลิลิตรต่อกระถาง) และการใช้วัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนของทราย ขุยมะพร้าว และ ปุ๋ยอินทรีย์ ที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1:1:1 1:2:1 1:3:1 และ 1:2:2 ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว พบว่า ความเข้มข้นของเชื้อรามีปฏิสัมพันธ์กับอัตราส่วนของวัสดุปลูก ซึ่งมีผลให้ผักกาดหัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของปริมาณเชื้อราเพียงปัจจัยเดียว พบว่า การใช้เชื้อรา 5x10^9 และ 10x10^9 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ความเข้มข้นอื่นๆ และเมื่อพิจารณาการใช้วัสดุปลูกเพียงปัจจัยเดียวพบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของทราย ขุยมะพร้าว และปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 1:1:1 และ 1:2:2 มีผลให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้วัสดุปลูกในอัตราส่วนอื่นๆ อย่างไรก็ตาม พบว่า การใช้เชื้อราที่มีความเข้มข้น 10x10^9 โคนิเดียต่อมิลลิลิตร ร่วมกับการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของทราย ขุยมะพร้าว และปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 1:1:1 มีผลให้ผักกาดหัวมี อัตราส่วนของรากต่อต้นมากที่สุด

Yedidia *et al.* (2001) ทำการศึกษาการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-203 ต่อการเจริญเติบโตของแตงกวา ซึ่งปลูกในดินและในระบบ hydroponic พบว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* ในการปลูกแตงกวาในดินนั้น มีผลให้แตงกวามีความงอกเพิ่มขึ้น 30 เปอร์เซ็นต์ และหลังการปลูก 8 วัน แตงกวา มีพื้นที่ผิวของราก และความยาวรากเพิ่มขึ้น 95 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักแห้ง ความยาวต้น และพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น 80 45 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า แตงกวามี ปริมาณฟอสฟอรัส และ ธาตุเหล็กเพิ่มขึ้น 90 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อย้ายต้นกล้าปลูกในระบบ hydroponic ก็พบว่า หลังการเพิ่มเชื้อรา *T. harzianum* 5 วัน แตงกวามีน้ำหนักแห้งของรากและต้นเพิ่มขึ้น 25 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าธาตุอาหารต่างๆในราก ได้แก่ ทองแดง (Cu) ฟอสฟอรัส (P) เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) และโซเดียม(Na) มีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับในส่วนต้นนั้น พบว่า ความเข้มข้นของ สังกะสี (Zn) ฟอสฟอรัส (P) และ แมงกานีส (Mn) เพิ่มขึ้น 25 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และเกษม สร้อยทอง (2541) ทำการศึกษาผลของการใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ PC 02 ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว โดยการเติมสปอร์ของเชื้อรา ในปริมาณ $7x10^{8}$ $21x10^{8}$ หรือ $35x10^{8}$ สปอร์ต่อกระถางลงในวัสดุปลูกเปรียบเทียบกับการปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่เติมสปอร์ของเชื้อรา ซึ่งผลการทดลองพบว่า การเติมเชื้อรา *T. hamatum* ในวัสดุปลูกจะมีผลให้การเจริญเติบโตของรากดีกว่าการปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ได้เติมเชื้อราอย่างเด่นชัด รากของผักกาดหัวจะมีปริมาณการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ เมื่อปริมาณสปอร์ของเชื้อราที่เติมลงในวัสดุปลูกเพิ่มสูงขึ้น และการเติมสปอร์ของเชื้อราในปริมาณ $35x10^{8}$ สปอร์ต่อกระถาง จะมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากผักกาดหัวเพิ่มขึ้นมากกว่าการปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ได้เติมเชื้อรา 119.30 และ 166.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ (2544ก) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ PC 01 ปริมาณ 5×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ข้าวโพดหวานมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าการใช้เชื้อรา ปริมาณ 5×10^{8} และ 10×10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ การใช้วัสดุปลูกอัตราส่วน 1:1:1 และ 1:2:2 มีผลทำให้ข้าวโพดหวานมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากกว่าการใช้วัสดุปลูกอัตราส่วน 1:2:1 และ 1:3:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้น วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ (2544ข) ยังรายงานการศึกษาระดับ pH วัสดุปลูก 5 ระดับ และการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ PC 01 ในวัสดุปลูก 4 ระยะเวลา พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวมของผักกาดหัว โดย pH 6 ร่วมกับการบ่มเชื้อรานาน 7 วัน ก่อนปลูกมีผลให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวมมากที่สุด ในขณะที่ระดับ pH 3 ร่วมกับการไม่บ่มเชื้อรามีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรวมน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัยพบว่า ระดับ pH 6 และ 7 มีผลให้ความยาวและน้ำหนักสดของผักกาดหัวไม่แตกต่างกัน แต่ pH 7 ทำให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งมากกว่าระดับ pH 6 และระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ การบ่มเชื้อรานาน 7 14 และ 21 วัน ก่อนปลูกมีผลทำให้ความยาวรากรวม น้ำหนักสดรวมและน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดหัวมากกว่าการไม่บ่มเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การบ่มเชื้อรานาน 7 และ 14 วัน ทำให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดรวม และน้ำหนักแห้งมากกว่าการบ่มเชื้อรานาน 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปาริชาติ นิยม (2542) ทำการศึกษาโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16 คลุกในวัสดุปลูก ซึ่งพบว่า การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ B5-01 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของคะน้าได้ดีที่สุด รองลงมา คือ สายพันธุ์ 0103 S.No.1 0203 และ 0101 ตามลำดับ โดยการใช้เชื้อราทั้ง 5 สายพันธุ์ มี

ผลให้ความสูง น้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรวมของคะน้ามากกว่าการปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา ในขณะที่อรุณี ปีทนงค์ (2542) พบว่า การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 0301 2801 FC-02 A3/2-01 และ SN.No.1 มีผลให้ดาวเรือง มีความสูงของต้น พื้นที่ใบเฉลี่ย น้ำหนักสดของดอก น้ำหนักสดของต้น น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้น

การประสบความสำเร็จในการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชนั้น อาจจะเป็นผลมาจากการที่เชื้อราเหล่านี้มีการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง หรือเชื้อราเหล่านี้อาจไปเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากวัสดุปลูกไปยังรากพืชหรือเชื้อราเหล่านี้อาจช่วยกำจัดสารที่เป็นพิษต่อพืชที่มีอยู่ในดิน ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี หรืออาจเป็นผลทางอ้อมจากการที่เชื้อราเหล่านี้ไปควบคุมเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุของโรค ซึ่งจะส่งผลให้พืชปลอดจากโรคและเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (Windham *et al.* , 1986 ; Ousley *et al.* , 1994 a; MacKenzie *et al.* , 1995)

อย่างไรก็ตามปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชนั้น มีหลายประการ เช่น

(1) การเลือกใช้ชนิดของเชื้อรา *Trichoderma* spp.ให้เหมาะสมกับชนิดของพืช ตัวอย่างเช่น การใส่เชื้อรา *T. harzianum* ในการปลูกมะเขือเทศ พริกไทย และแตงกวา จะมีผลทำให้น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใส่เชื้อดังกล่าวในการปลูกถั่วและแรดิชน้ำหนักแห้งจะไม่เพิ่มขึ้น (Chang *et al.* 1986)

(2) การเลือกรูปแบบของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น เมื่อใส่ *Trichoderma* spp. ที่เพาะเลี้ยงในวัสดุผสมระหว่างพีทกับรำข้าว พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นแรดิชจะมากกว่าต้นที่ใส่เชื้อในรูปสปอร์แขวนลอย (Baker *et al.* 1984) หรือการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T ที่เพาะเลี้ยงในพีทมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแตงกวามากกว่าการใช้สปอร์และเส้นใยของเชื้อราโดยตรง (Ondrejova and Prokinova .1990)

(3) การเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น การใช้เชื้อรา สายพันธุ์ WT T35 20 และ 47 ในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์คลุกในวัสดุปลูกมีผลให้ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดของต้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใช้สายพันธุ์ TH1 ในอัตราเดียวกัน มีผลให้น้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมลดลง (Ousley *et al.* 1993) และ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ WT 92 20 และ 75 คลุกวัสดุปลูก เพื่อทดสอบความงอกของเมล็ดผักกาดหอม พบว่า สายพันธุ์ WT มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดอยู่บ้าง ในขณะที่สายพันธุ์อื่นๆ สามารถส่งเสริมการงอกของเมล็ดได้มากกว่า (Ousley *et al.* 1994a)

(4) การใช้ความเข้มข้นของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ WT 20 92 และ 75 คลุกวัสดุปลูกโดยใช้ความเข้มข้น 0.1 0.2 0.5 0.75 และ 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อน้ำหนักวัสดุปลูก) ในการปลูกผักกาดหอม พบว่าที่ความเข้มข้น 0.75 และ 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นผักกาดหอมได้ 26 เปอร์เซ็นต์ (Ousley *et al*. 1994a)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์

ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16 โดยทำการเลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* spp. บนอาหาร PDA จากนั้นทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของเชื้อรา รูปร่างและขนาดของ phialide และ phialospore และถ่ายภาพลักษณะเชื้อราทั้งบนอาหาร PDA และภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทำการจำแนกชนิดของเชื้อราทั้ง 19 สายพันธุ์ โดยอ้างอิงการจัดจำแนกของ Domsch *et al.* (1980)

3.2 การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยตามชนิดพืชทดสอบ คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (*Brassica campestris* var. *chinensis*) และ ผักกาดหัว (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) ในแต่ละการทดลองย่อยทำการทดสอบ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 20 วิธีการ จำนวน 4 ซ้ำ ซึ่งมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0101
วิธีการที่ 2 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 2801
วิธีการที่ 3 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ Lab.5
วิธีการที่ 4 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ S.No. 1
วิธีการที่ 5 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ A10/1-02
วิธีการที่ 6 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ SN.No.1
วิธีการที่ 7 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ A3/2-01
วิธีการที่ 8 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ B5-01
วิธีการที่ 9 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ No.1

49627

วิธีการที่ 10 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ B7-02
วิธีการที่ 11 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0110B
วิธีการที่ 12 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ FC-02
วิธีการที่ 13 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0203
วิธีการที่ 14 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 11A04A
วิธีการที่ 15 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0110A
วิธีการที่ 16 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0301
วิธีการที่ 17 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 03I 0201
วิธีการที่ 18 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ 0103
วิธีการที่ 19 ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อราสายพันธุ์ No.16
วิธีการที่ 20 ปลูกในวัสดุปลูกไม่คลุกเชื้อรา

ทำการผสมวัสดุปลูก ซึ่งประกอบด้วย ทราย ปุ๋ยคอก และขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 นำวัสดุปลูกใส่ถุงพลาสติก แล้วอบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ทำการอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA จนมีอายุครบ 10 วันมานับจำนวนสปอร์ คลุกกับวัสดุปลูก โดยใช้จำนวนเชื้อรา 5 จานเลี้ยงเชื้อต่อถุง (วัสดุปลูก 1 ถุง:1 กระถางขนาด 12 นิ้ว) ปิดปากถุงให้สนิท บ่มเชื้อไว้ 14 วัน หลังจากนั้นนำวัสดุปลูกใส่กระถาง ทำการสุ่มตัวอย่างดินเพื่อนับจำนวน colony forming unit (cfu.) ต่อดิน 1 กรัม ทำการปลูกโดยการเพาะเมล็ด และหมั่นคอยดูแลรักษาโดยรดน้ำกำจัดวัชพืชและแมลงตลอดเวลาที่ทำการทดลอง ในระหว่างที่พืชเจริญเติบโตทำการวัดค่า pH โดยใช้เครื่องมือ soil pH & moisture tester รุ่น DM-15 ของบริษัท Takemura Electric Works Ltd. โดยทำการวัดทุกสัปดาห์จนถึงระยะเก็บเกี่ยว

การวัดผลดำเนินการโดยวัดความสูงของลำต้นตั้งแต่ข้อแรกจนถึงปลายที่สูงที่สุดในวันเก็บเกี่ยว หลังทำการเก็บเกี่ยว นับจำนวนใบ วัดพื้นที่ใบโดยตัดเฉพาะส่วนยอดแล้วนำไปวัดด้วยเครื่องวัดอัตโนมัติ รุ่น 3100 area meter ของบริษัท LICOR Inc. ชั่งน้ำหนักสดของส่วนต้นและรากของพืช สำหรับผักกาดหัว ทำการวัดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางราก และนำพืชเข้าตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและรากของพืช นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและคัดเลือกเชื้อราที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อไป

3.3 การทดสอบผลของปริมาณเชื้อรา และระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา*Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในข้อ 3.2 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

ทำการศึกษาโดยแบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยตามชนิดของพืช คือ ผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ทำการทดลองโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดที่คัดเลือกแล้วจากผลการทดลองที่ 3.2 เลี้ยงเชื้อราในอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน นำมาคลุกลงในวัสดุปลูก ในปริมาณที่กำหนด โดยกำหนดปริมาณการใช้เชื้อราเป็นจานเลี้ยงเชื้อและนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราต่อจานเลี้ยงเชื้อก่อนทำการปลูกพืช และบ่มเชื้อราในวัสดุปลูกตามระยะเวลาที่กำหนด ในแต่ละการทดลองย่อยทำการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น

ปัจจัย A คือ ปริมาณการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ซึ่งมี 4 ระดับ คือ

การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 1 จานเลี้ยงเชื้อ
การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 3 จานเลี้ยงเชื้อ
การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 5 จานเลี้ยงเชื้อ
การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 7 จานเลี้ยงเชื้อ

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกพืช มี 4 ระยะเวลา คือ

การคลุกเชื้อราลงในวัสดุปลูกแล้วทำการปลูกพืชทันที
การบ่มเชื้อราในวัสดุปลูก 7 วันก่อนทำการปลูกพืช
การบ่มเชื้อราในวัสดุปลูก 14 วัน ก่อนทำการปลูกพืช
การบ่มเชื้อราในวัสดุปลูก 21 วัน ก่อนทำการปลูกพืช

การวัดผลดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลทางสถิติเปรียบเทียบปริมาณการใช้และระยะเวลาการบ่มเชื้อราที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

3.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด กับรากพืช

3.4.1 การศึกษาการครอบครองรากพืชของเชื้อรา

ทำการศึกษาโดยนำรากพืชในการทดลองที่ 3.3 มาตัดให้มีความยาว 0.5 เซนติเมตร และนำมาวางบนอาหาร PDA โดยใช้ 25 ชิ้นต่อจานเลี้ยงเชื้อ วางจานเลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน

แล้วทำการตรวจนับจำนวนชิ้นของรากพืชที่มีเชื้อรา *Trichoderma* spp.เจริญอยู่ โดยสังเกตการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. บนอาหาร PDA นำค่าที่ได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การครอบครองรากพืชของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

3.4.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราและรากพืชภายใต้กล้อง Scanning Electron Microscope

ทำการศึกษาโดยนำชิ้นส่วนของรากพืชจากการทดลองที่ 3.4.1 มาตรวจสอบและถ่ายภาพภายใต้กล้อง scanning electron microscope ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างรากพืชเพื่อศึกษาดังนี้คือ นำชิ้นส่วนรากพืชที่มีเชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญอยู่ ขนาดความยาว 0.5 ซ.ม. ใส่ในน้ำยา 2.5 % glutaraldehyde ใน 0.1 M phosphate buffer pH 7.3 นาน 24 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง ล้างตัวอย่างใน phosphate buffer 3 ครั้ง นานครั้งละ 15 นาที จึงนำตัวอย่างใส่ในน้ำยา osmium tetroxide นาน 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง นานครั้งละ 10 นาที แล้วจึงนำตัวอย่างมาทำให้ปราศจากน้ำ โดยใช้ ethanol 30 50 70 และ 90 % อย่างละ 1 ครั้ง นานครั้งละ 15 นาที และใน 100 % ethanol 3 ครั้ง นานครั้งละ 10 นาที จึงนำตัวอย่างมาทำให้แห้งโดยวิธี critical point drying ใน CO_2 เหลว โดยใช้เครื่อง samdri 790 จากนั้นจึงติดตัวอย่างบนแท่งทองเหลือง (stub)ด้วยเทปสองหน้า และใช้ silver paint ป้ายรอบตัวอย่างอีกครั้งหนึ่ง ฉาบตัวอย่างด้วยโลหะหนัก (Au) นาน 4 นาที ในเครื่อง ion sputter – JFC 1100 นำตัวอย่างไปศึกษาด้วยกล้อง scanning electron microscope แรงดันกระแสไฟฟ้า 10 KV (JEOL 35-CF scanning electron microscopy)

3.5 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการและแปลงทดลองภาควิชาพืชสวน และห้องปฏิบัติการราวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

1 ปี (ธันวาคม 2542 - ธันวาคม 2543)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์

ในการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16 ได้อ้างอิงตามหลักการจัดจำแนกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ของ Domsch *et al.* (1980) ซึ่งระบุการจัดจำแนกชนิด (species) ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ดังนี้

การจัดจำแนกชนิดเชื้อรา *Trichoderma* spp.

1. - conidiophore ยาวและหนา มี sterile hyphal elongation เส้นใยมีการแตกแขนงทางด้านข้าง มีขนาดสั้นและหนา phialide สั้นและพอง โคโลนีสีขาว หรือเขียวขาว จนถึงเขียว conidiophore เกิดเป็นพุ่ม 2
   - conidiophore และการแตกแขนงของเส้นใยยาวและเรียว ไม่มี sterile hyphal elongation phialide ไม่เป็นกลุ่ม มีลักษณะเรียว โคโลนีมีสีเหลือง หรือสีสดใส สีเขียวด้าน หรือเขียวเข้ม conidiophore หนา 5
2. (1)- ไม่มี sterile hyphal elongation conidia รูปร่างกลม ใส........... ....*T. piluliferum*
   - มี sterile hyphal elongation หรือมีการเปลี่ยนแปลงไป หรือไม่มีบางครั้ง conidia รูปร่างไม่กลม..................................... 3
3. (2) – conidia สีเขียว รูปรี สั้นๆ ผิวไม่เรียบ มีรายตามขวาง ....*T. saturnisporum*
   - conidia มีผิวเรียบ 4
4. (3) – conidia ใส ขนาด 2.40 –3.80 x 1.80 – 2.20 µm.................. ....*T. polysporum*
   - conidia มีสีเขียว มีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ ขนาด 3.80 – 6.00 x 2.20 – 2.80µm.. ....*T. hamatum*

5. (1) – conidia ขรุขระ มีขนาด 3.60 –4.80 x 3.50 –4.50 μm ………….. …………*T. viride*

_ conidia มีผิวเรียบ……………………………………………... …………………6

6. (5) - conidiophore ประกอบด้วย dendriod branching system phialide มี 3 อัน หรือมากกว่าและแตกแขนงอย่างมีระเบียบ…….. …………………7

- conidiophore เกิดเดี่ยวๆ phialides แตกแขนงด้านข้างไม่สม่ำเสมอ ส่วนใหญ่เกิดเดี่ยวๆ………………………………... …………………9

7. (6)- conidia รูปร่างรี หรือรูปร่างไข่-รี อาจมีลักษณะเป็นเหลี่ยม ขนาด 3.00 – 4.80 x 2.00 – 3.00 μm…………………………………… ………….*T. koningii*

- conidia สั้น มีขนาดความยาวและความกว้างเป็นอัตราส่วน 1:5….. …………………8

8. (7)-conidia รูปรียาว บริเวณฐานมีลักษณะเป็น truncate ขนาด 3.00 – 4.80 x 2.00 3.00 μm โคโลนีเจริญบนอาหาร OA ได้กว้าง 3 เซนติเมตร อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส……………………………… ………*T. aureoviride*

- conidia รูปร่างกลม หรือเกือบกลม หรือ รูปไข่สั้นๆ ขนาดของความยาวและความกว้างเป็นอัตราส่วน 1 : 2.5 ขนาด 2.80 –3.30 x 2.50 – 2.80 μm โคโลนีใต้จานเลี้ยงไม่มีสีและสามารถเจริญได้ 9 เซนติเมตรในเวลา 5 วัน บนอาหาร OA ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส………………………………………………………... ……….*T. harzianum*

9. (6) - conidia รูปร่างเกือบกลม หรือรูปไข่ ขนาด 3.80 – 4.50 x 2.50 – 3.00 μm ………………………………………………………. ……………..*T. reesei*

- conidia รูปร่างรียาว……………………………………………... ……………...….10

10 (9) - phialides เรียวบางจากส่วนฐาน conidia มีขนาดใหญ่ บางส่วนมีสีเขียว ยาว 7 μm รูปร่างรียาว…………………………………… ..*T. longibrachiatum*

- philides ต่างจากฐานชัดเจน conidia เล็ก สีเขียวอ่อน ขนาด 2.80 – 4.80 μm รูปร่างรียาว……………………………………………….. ...*T. pseudokoningii*

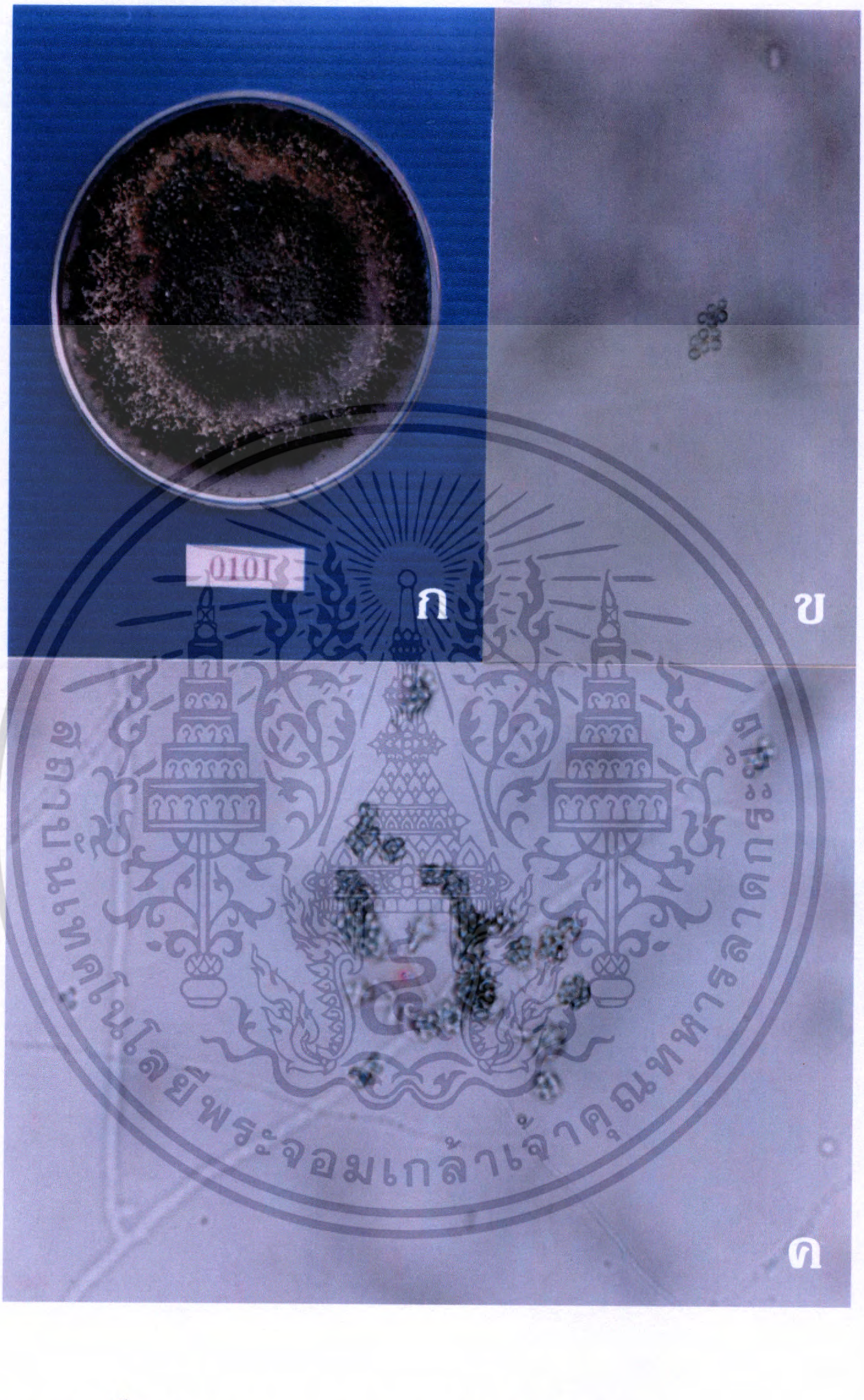
จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ (ภาพที่ 4.1 – 4.19) สามารถจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	การเปลี่ยนสีอาหาร PDA	ลักษณะ phialide	รูปร่าง phialospore	ขนาด phialospore (ไมครอน)	การจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา
0101	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. harzianum*
2801	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. harzianum*
Lab.5	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. harzianum*
S.No.1	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองสั้น	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. koningii*
A10/1-02	เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง	รูปกระบองเรียวยาว	รี	3.75-5.00 x 2.50	*T. hamatum*
SN.No.1	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50	*T. harzianum*
A3/2-01	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. harzianum*
B5-01	เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง	รูปกระบองสั้น	รี	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. hamatum*
No.1	เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง	รูปกระบองสั้น	รี	3.75-5.00 x 1.00	*T. hamatum*

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	การเปลี่ยนสีอาหาร PDA	ลักษณะ phialide	รูปร่าง phialospore	ขนาด phialospore (ไมครอน)	การจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา
B7-02	เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง	รูปกระบองสั้น	รี	3.75-5.00 x 2.50	*T. hamatum*
0110B	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. harzianum*
FC-02	เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีเหลือง	รูปกระบองสั้น	รี	3.75-5.00 x 2.50	*T. hamatum*
0203	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองสั้น	รี	3.75-5.00 x 2.50	*T. polysporum*
11A 04A	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. reesei*
0110A	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. koningii*
0301	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. koningii*
03I 0201	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. viride*
0103	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. viride*
No.16	ไม่เปลี่ยนสีอาหาร	รูปกระบองเรียวยาว	กลม	2.50-3.75 x 2.50-3.75	*T. viride*



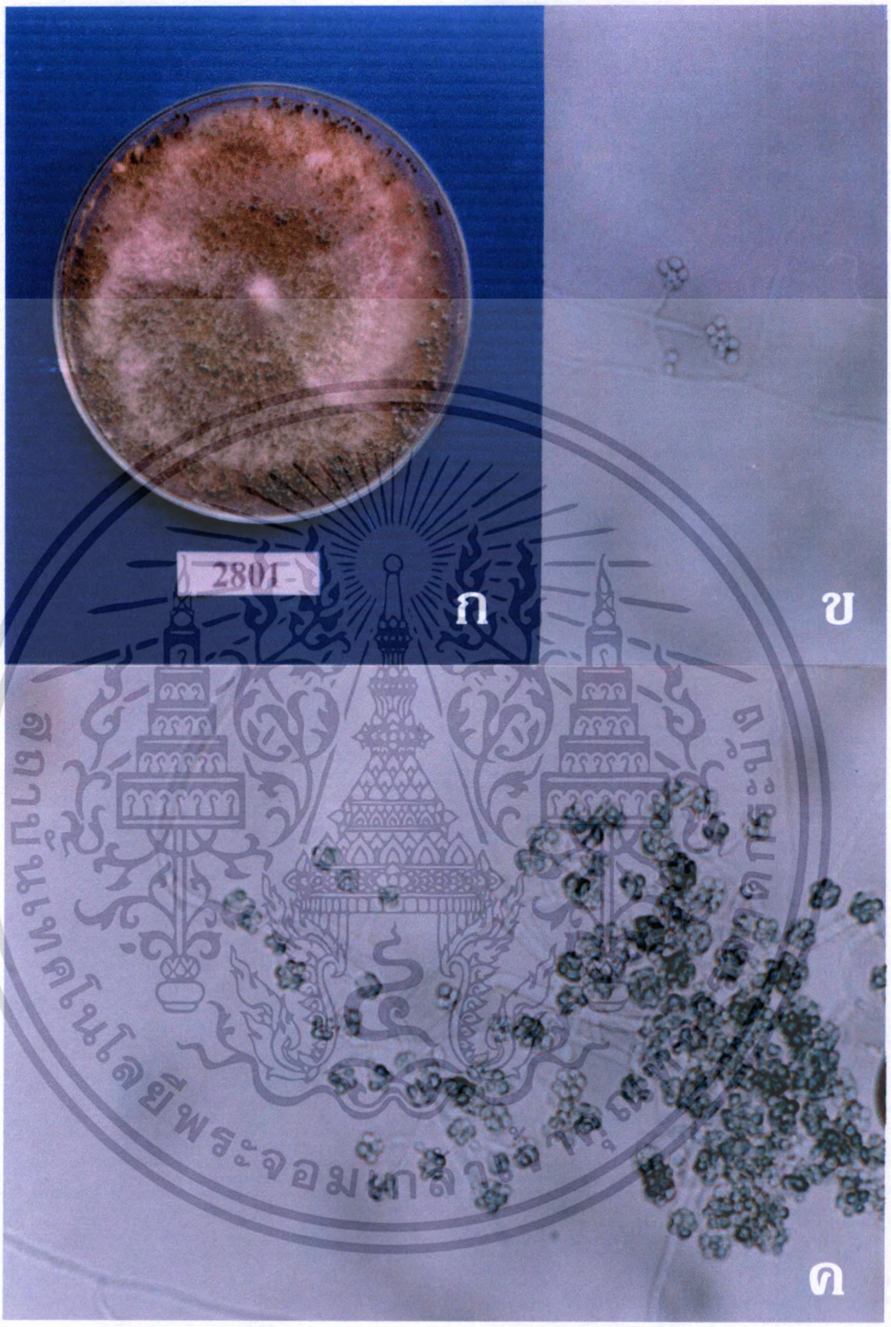
ภาพที่ 4.1 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 0101

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

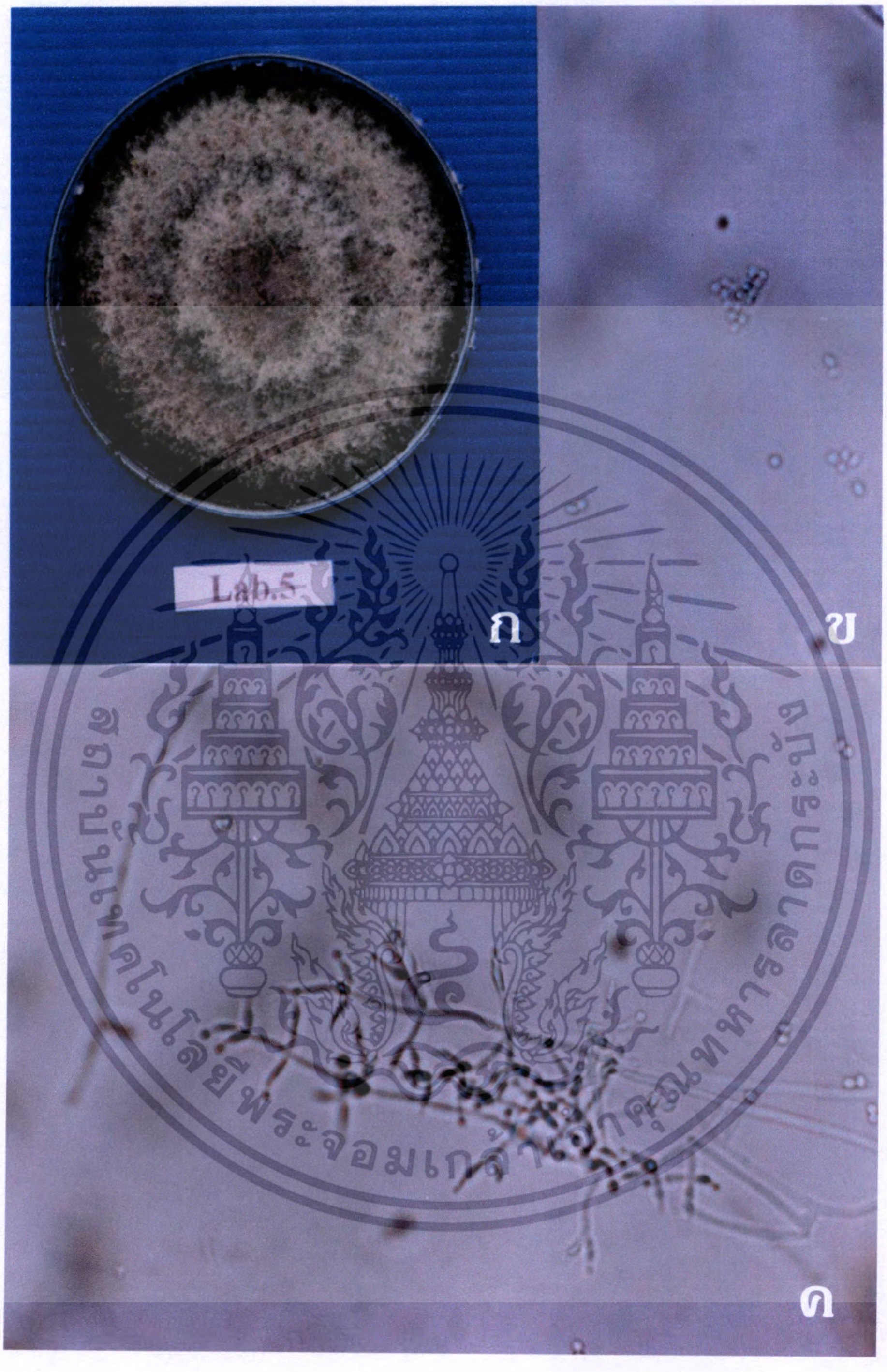


ภาพที่ 4.2 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 2801

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

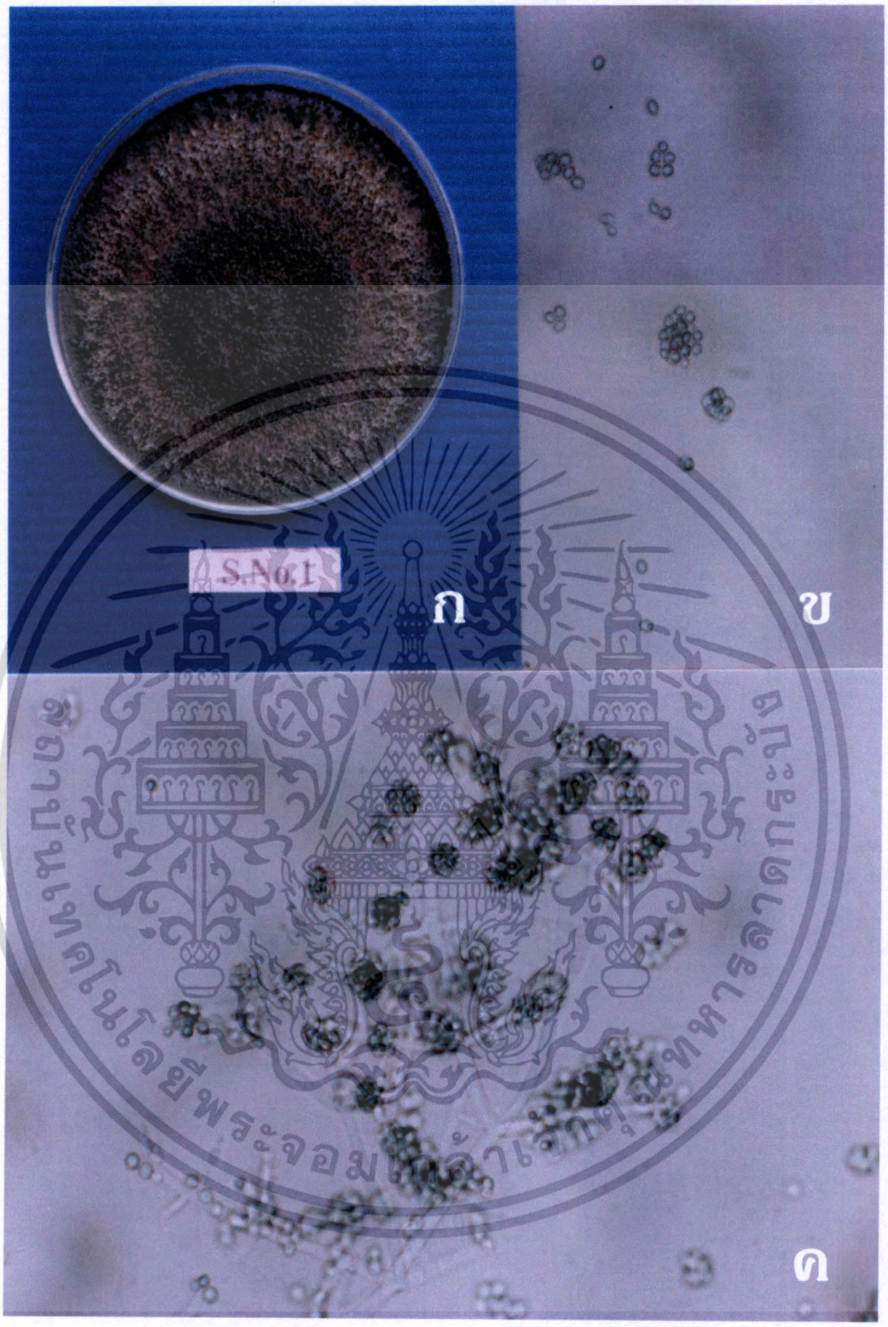


ภาพที่ 4.3 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ Lab.5

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

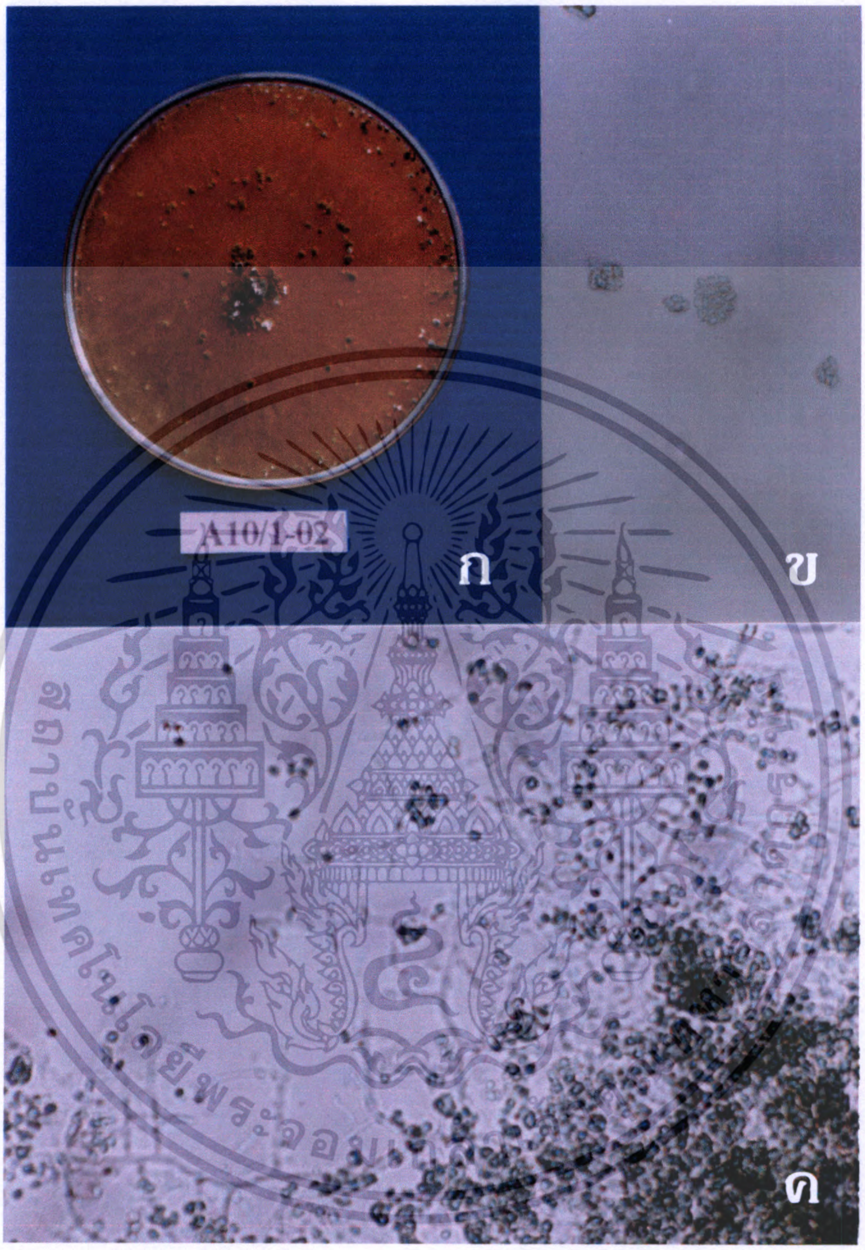


ภาพที่ 4.4 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ S.No.1

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

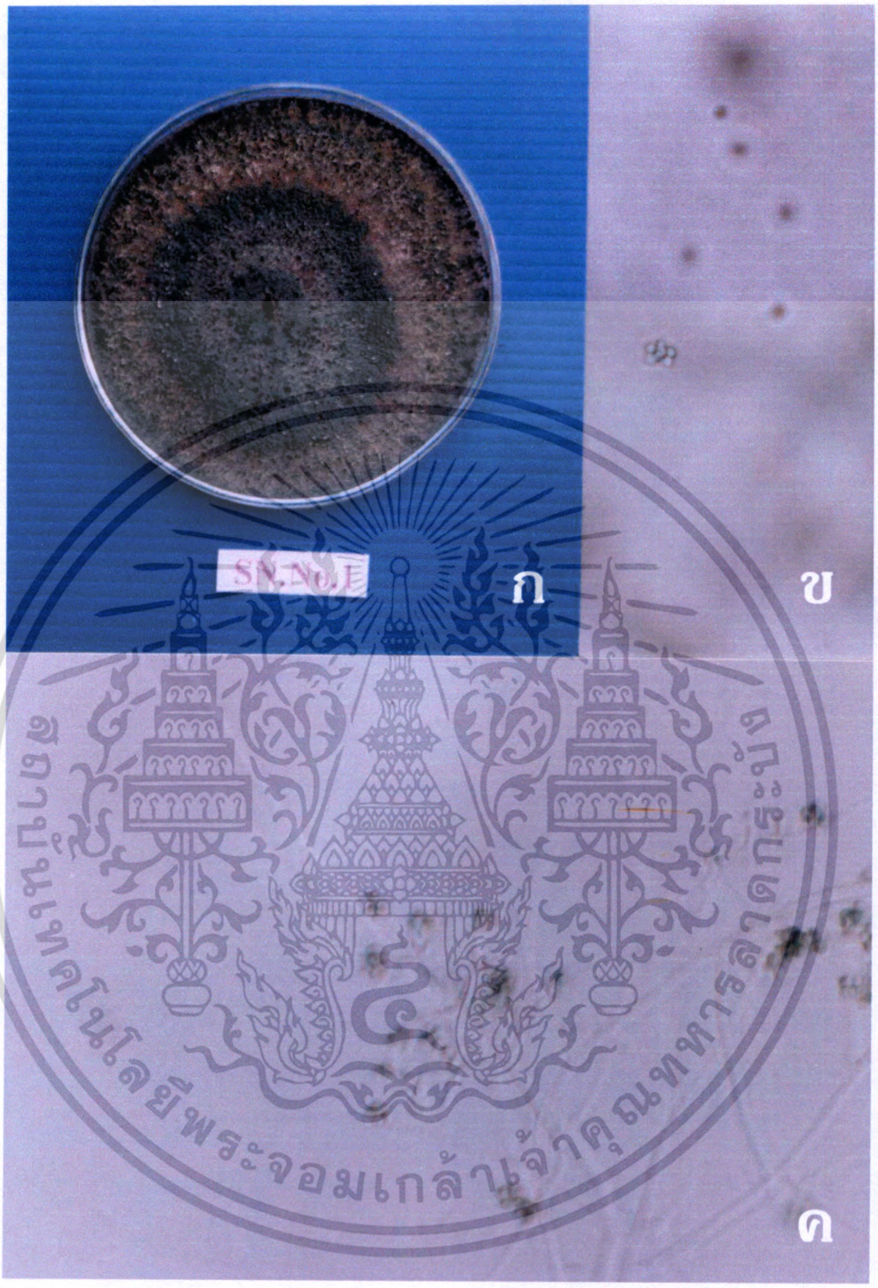


ภาพที่ 4.5 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ A 10/1-02

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

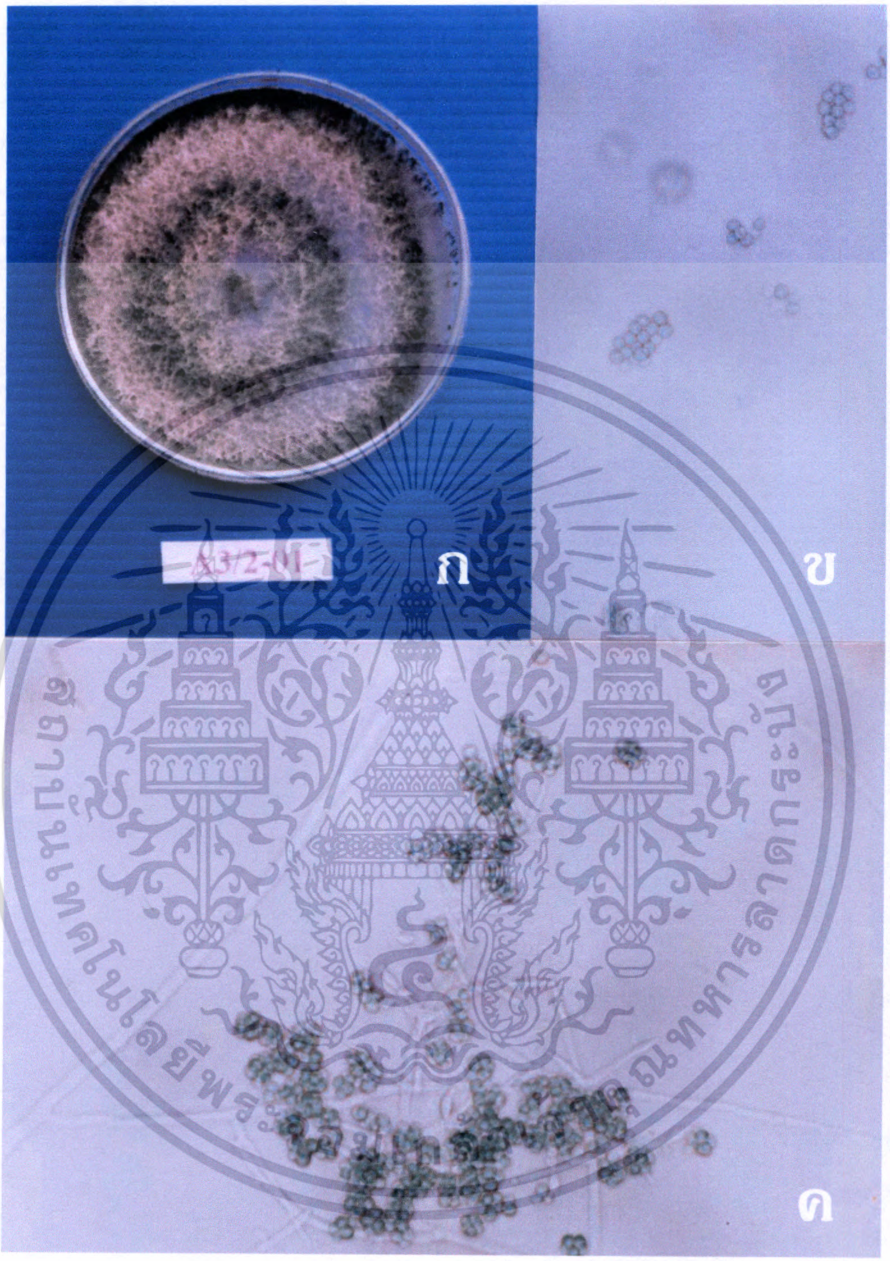


ภาพที่ 4.6 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ SN.No.1

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

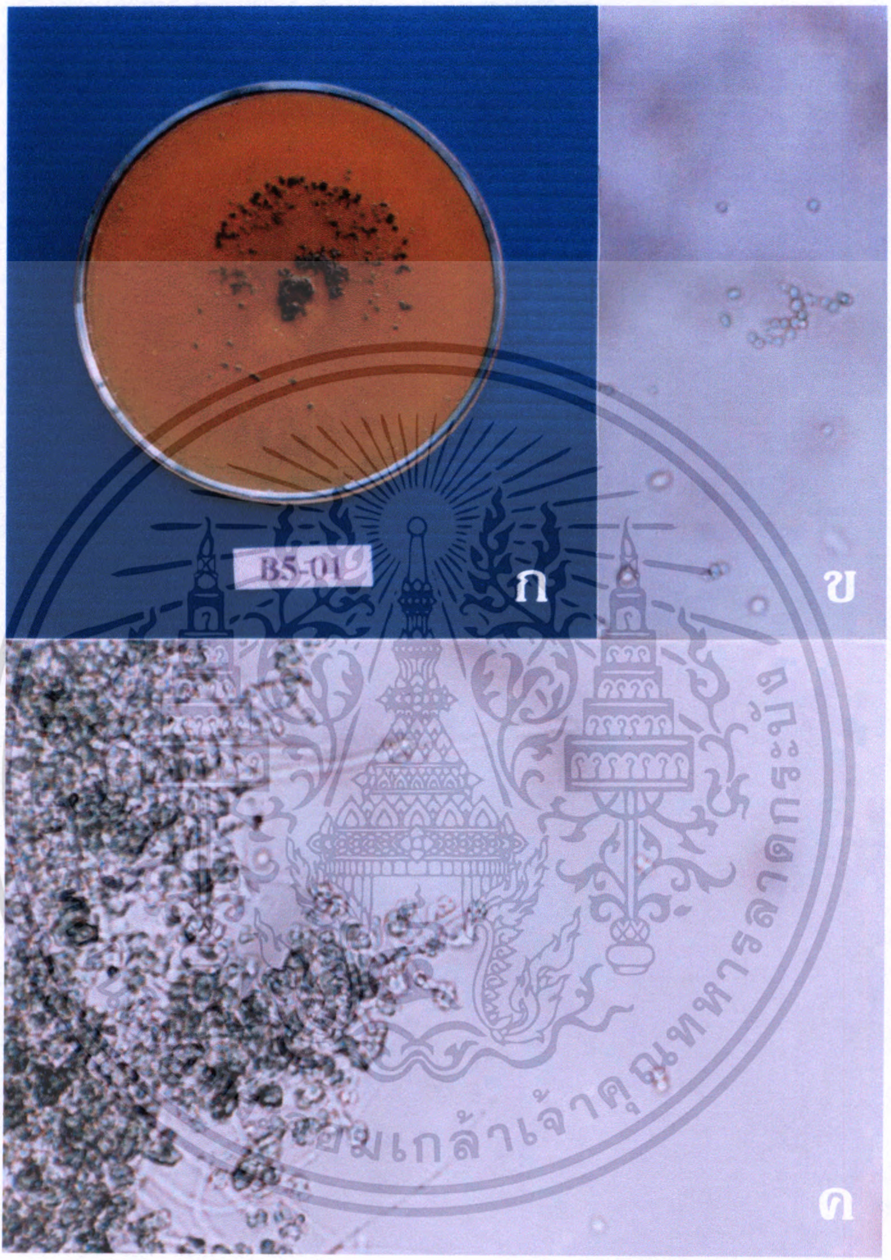


ภาพที่ 4.7 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

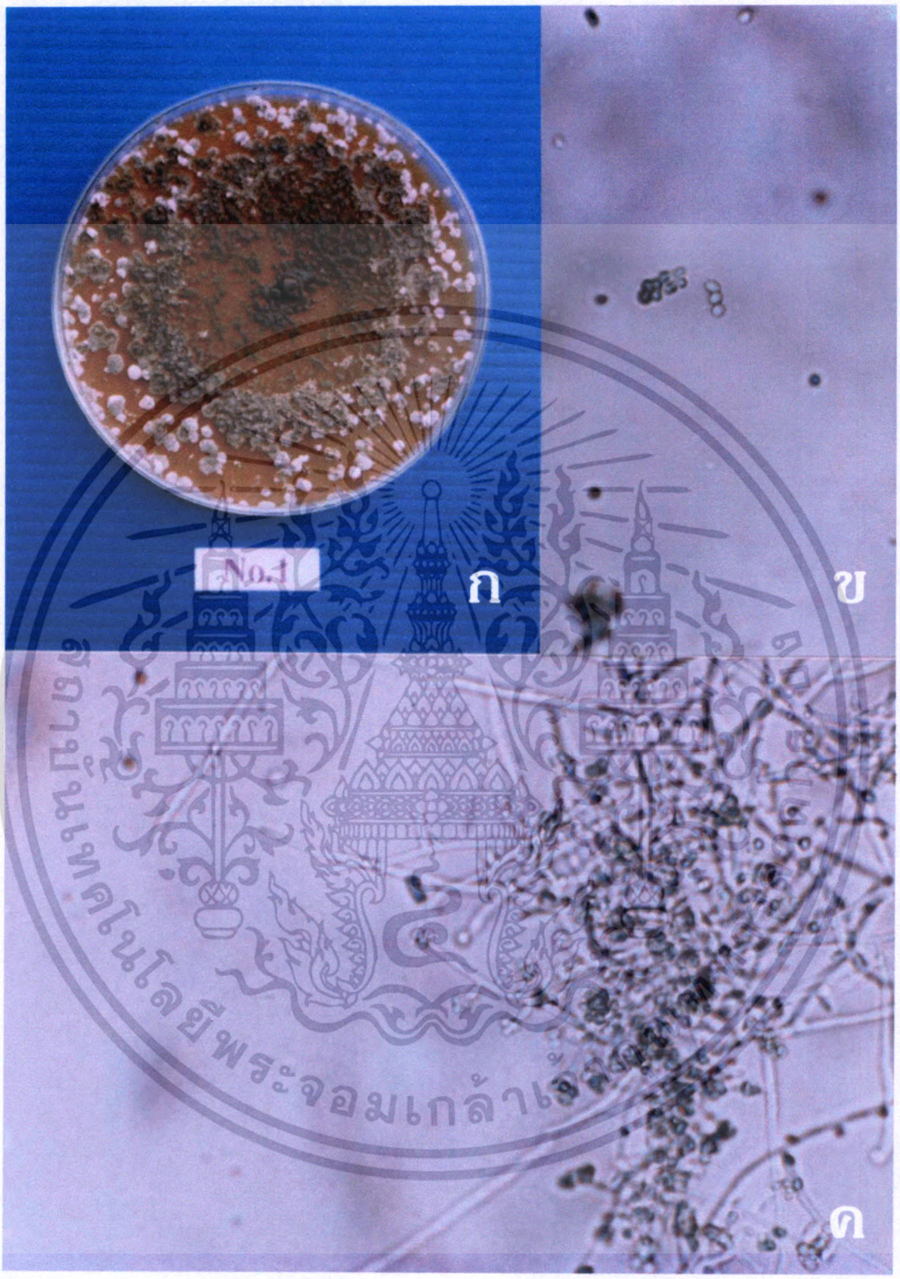


ภาพที่ 4.8 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ B5-01

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

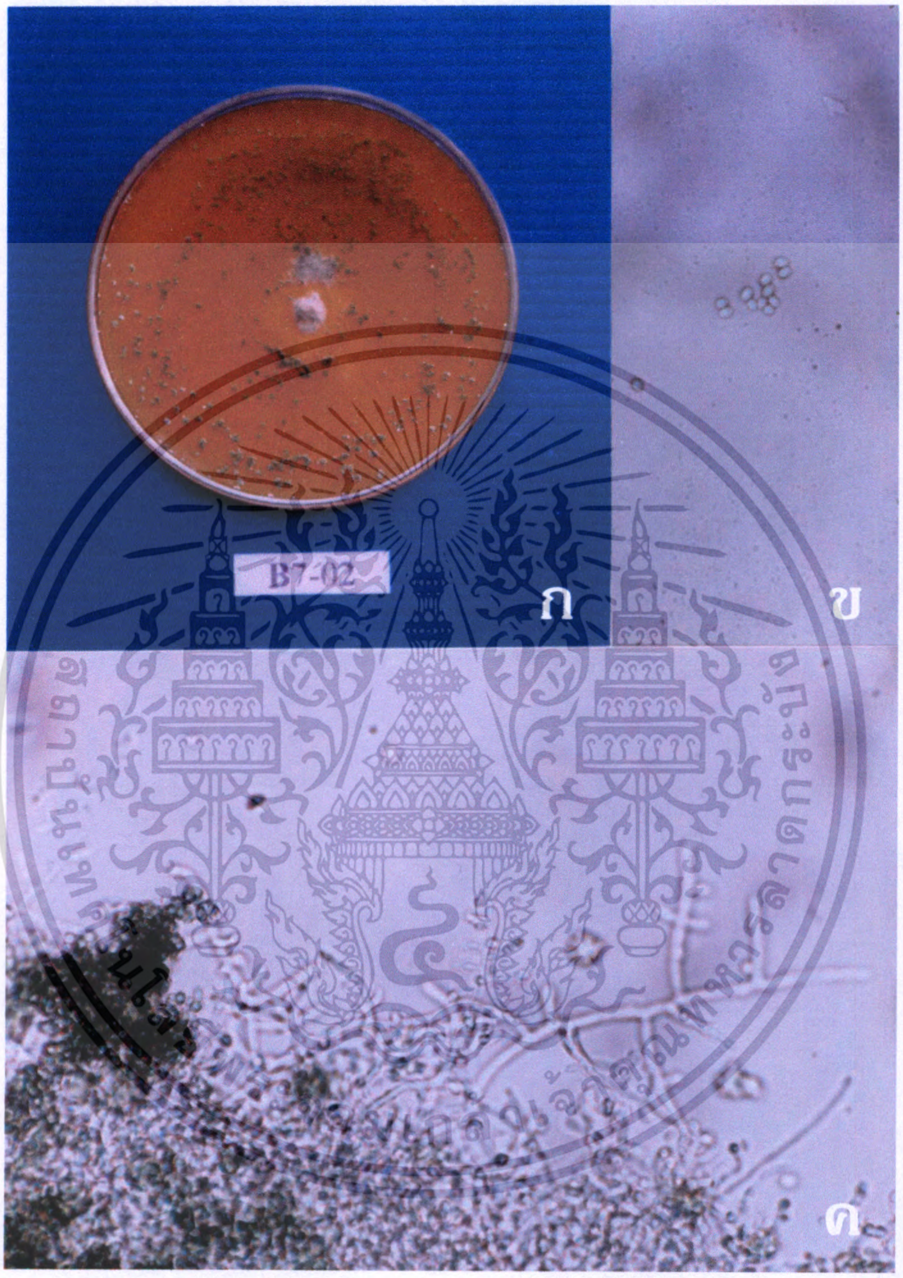


ภาพที่ 4.9 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ No.1

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

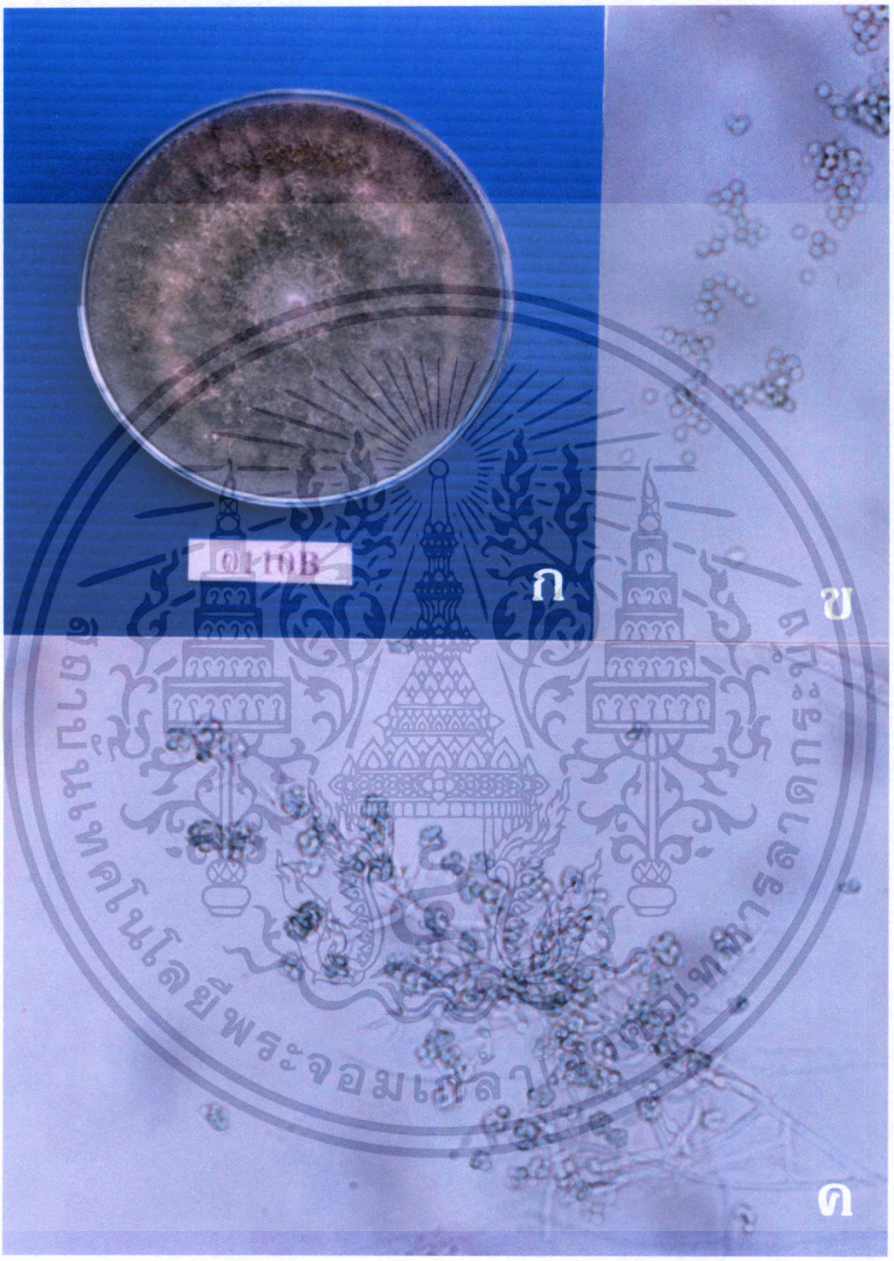


ภาพที่ 4.10 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ B7-02

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

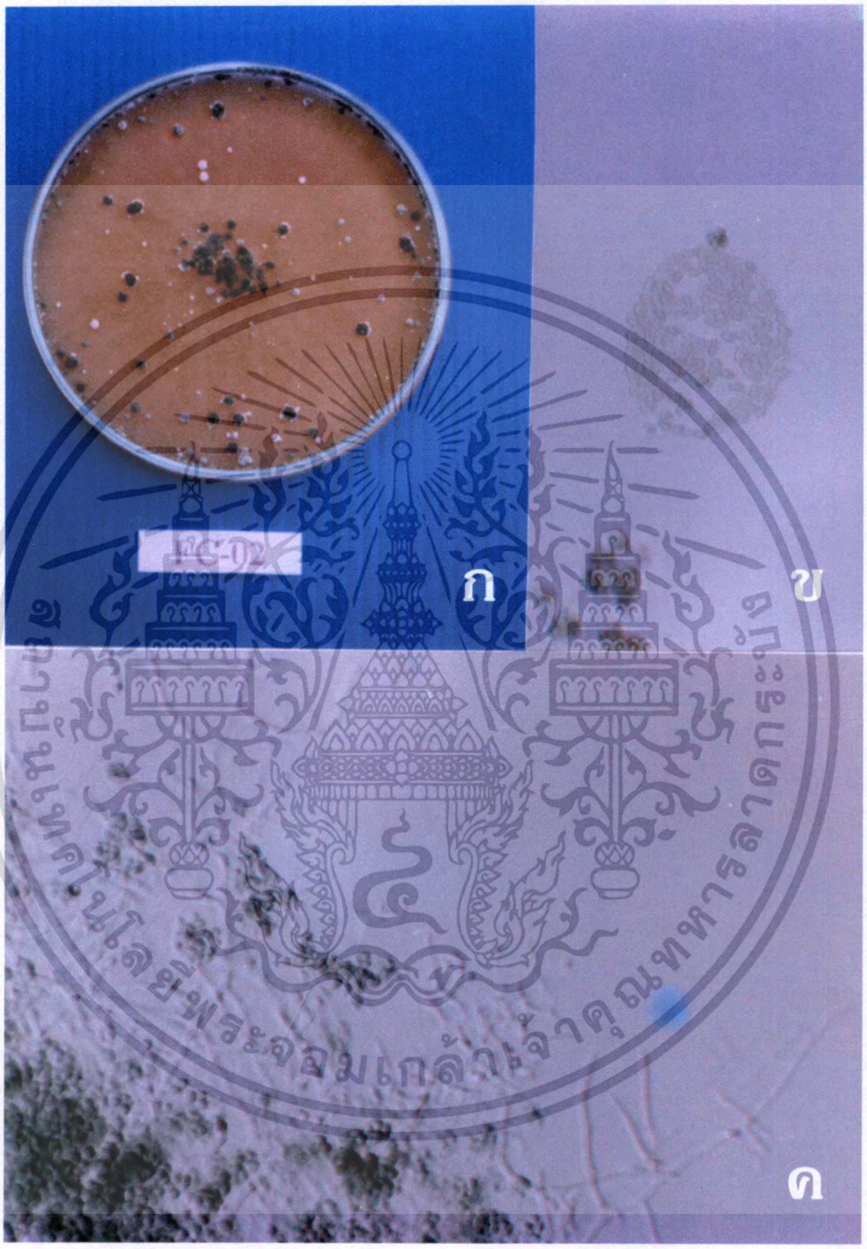


ภาพที่ 4.11 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ 0110B

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

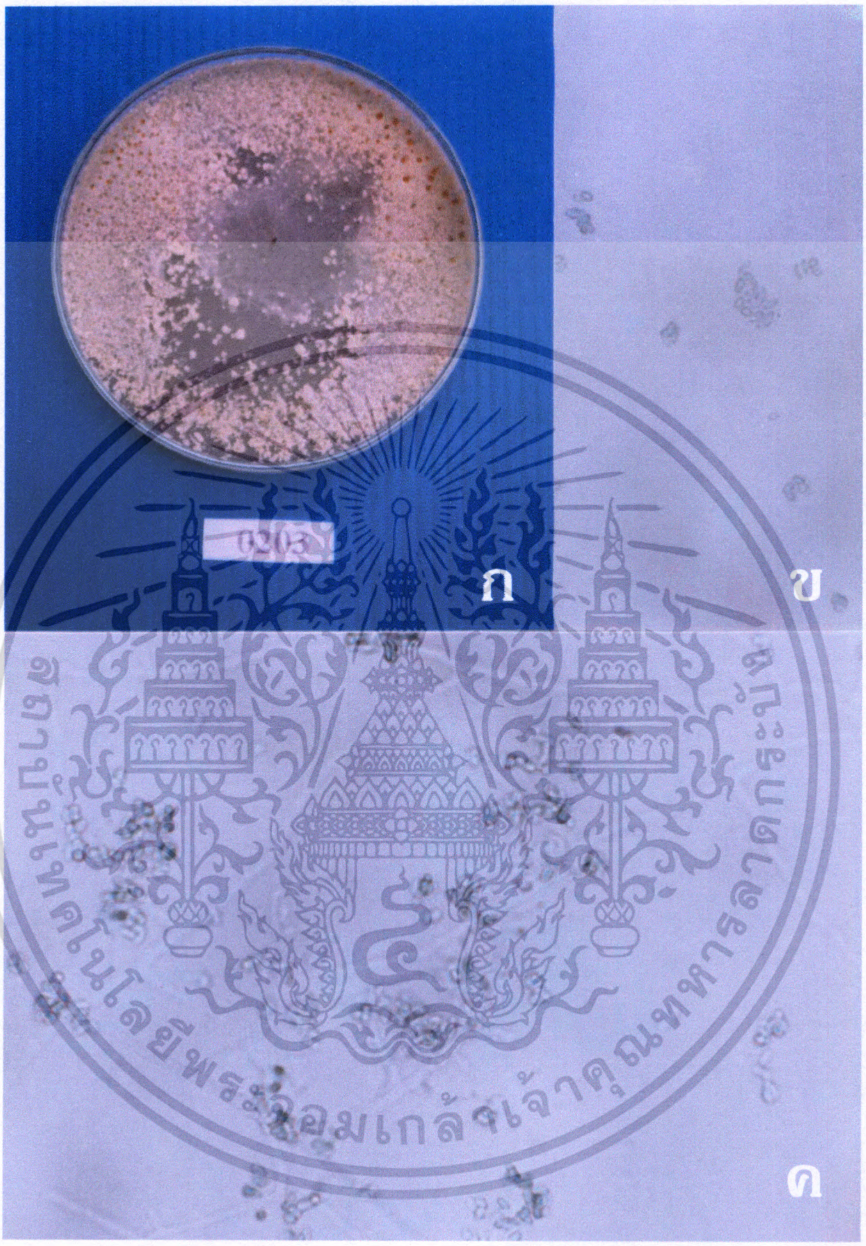


ภาพที่ 4.12 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma hamatum* สายพันธุ์ FC-02

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

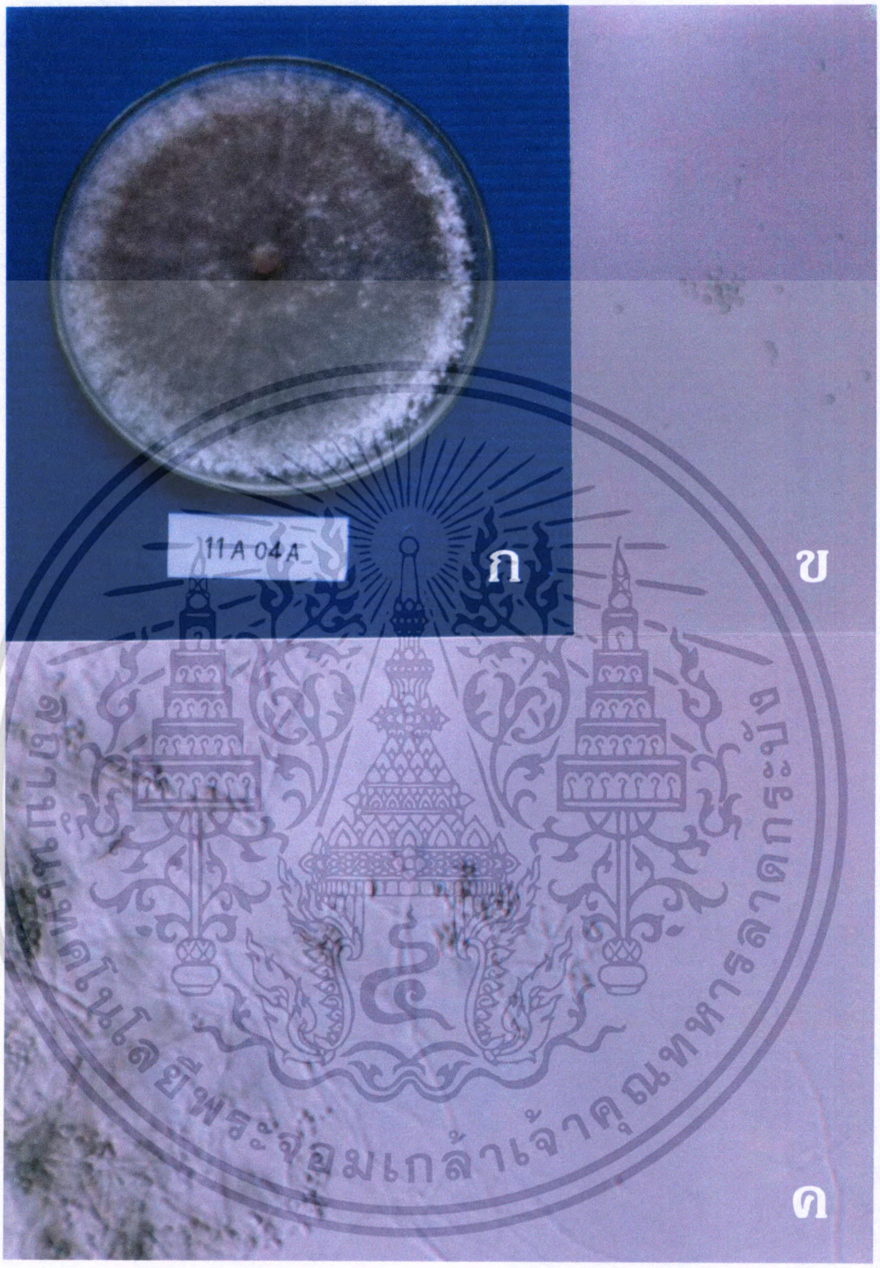


ภาพที่ 4.13 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma polysporum* สายพันธุ์ 0203

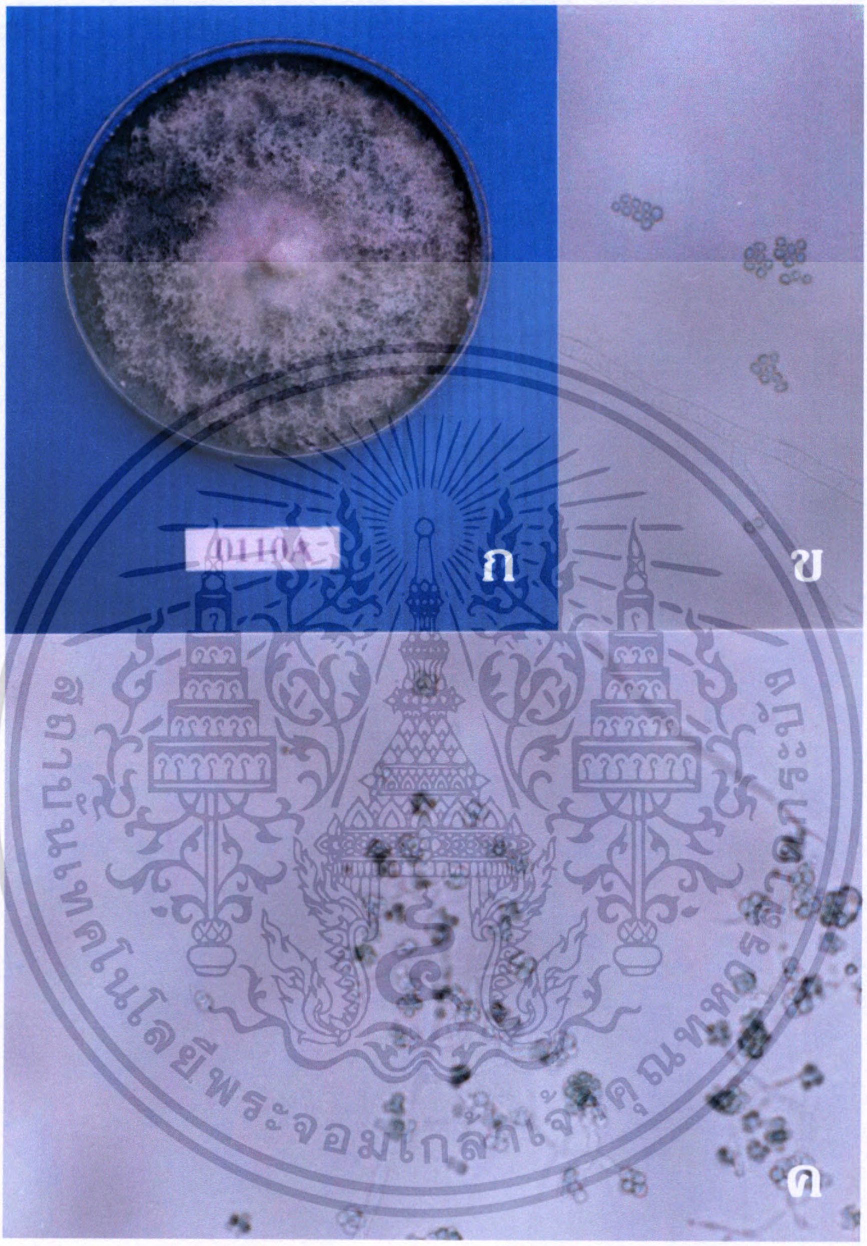
ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X



ภาพที่ 4.14 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma reesei* สายพันธุ์ 11A 04A
ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน
ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X
ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

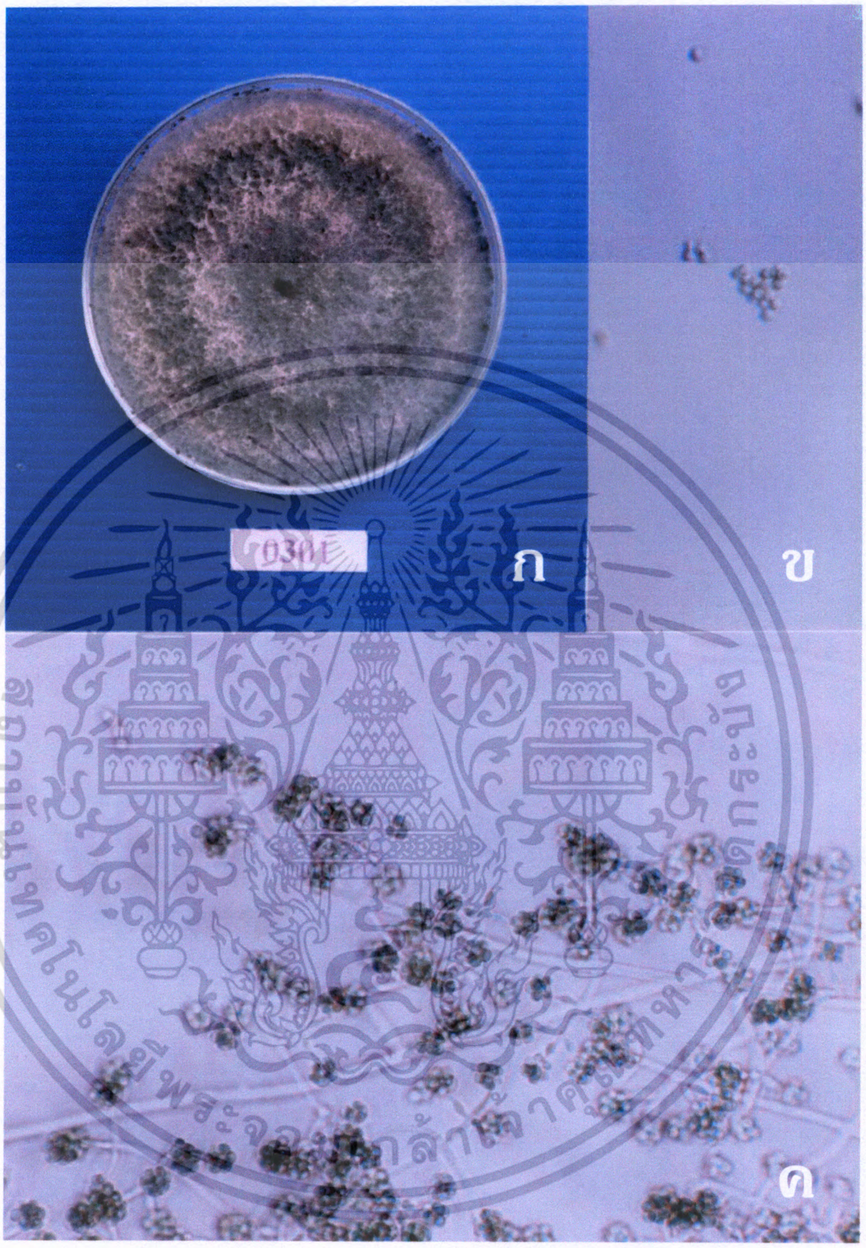


ภาพที่ 4.15 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ 0110A

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

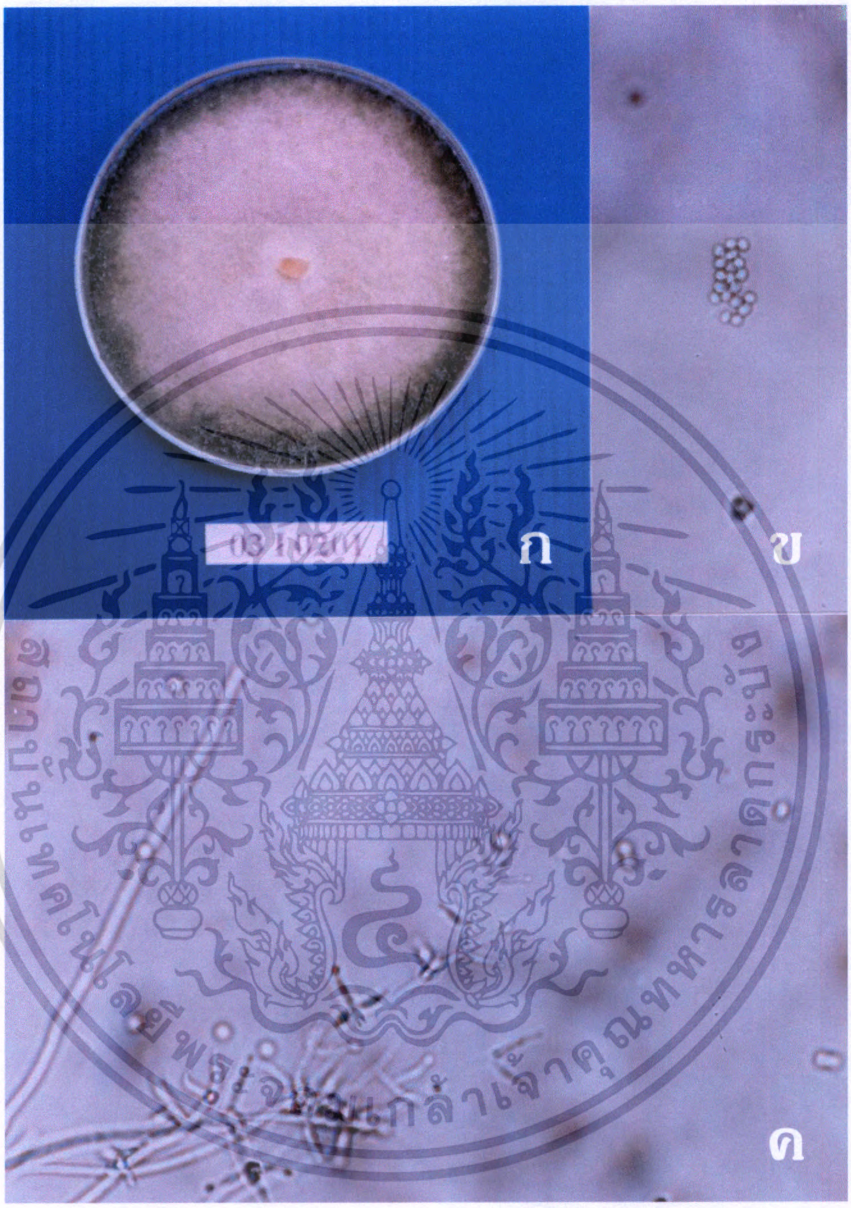


ภาพที่ 4.16 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma koningii* สายพันธุ์ 0301

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

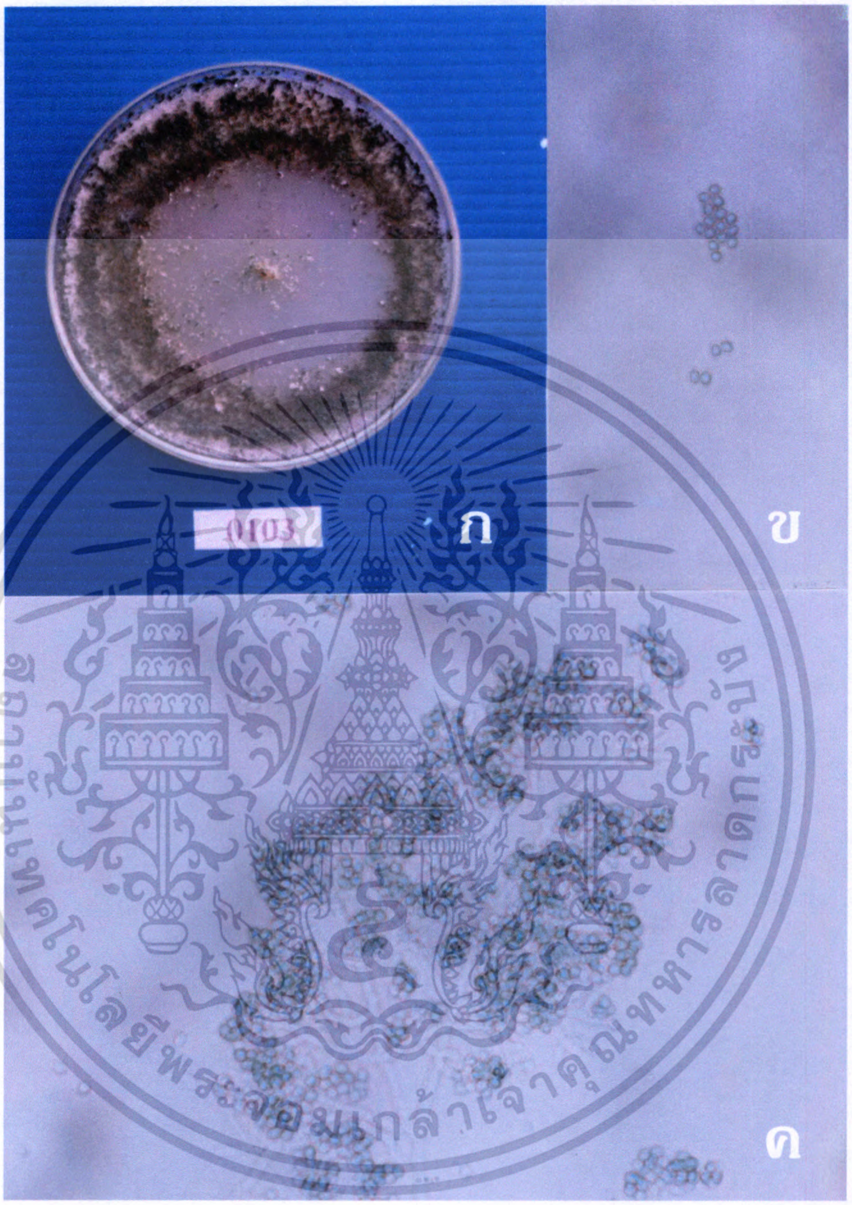


ภาพที่ 4.17 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ 03I 0201

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

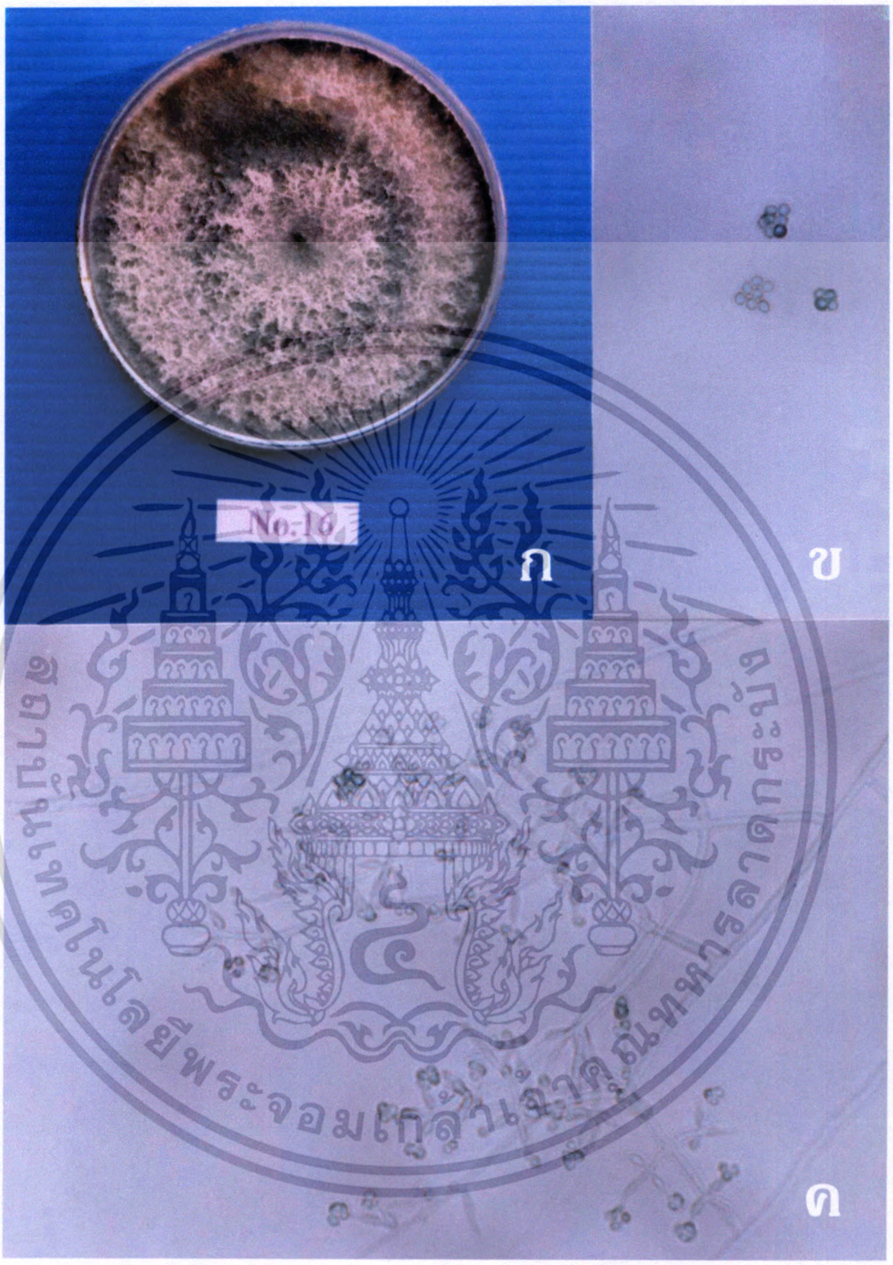


ภาพที่ 4.18 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ 0103

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X



ภาพที่ 4.19 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma viride* สายพันธุ์ No.16

ก. ลักษณะของเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA อายุ 10 วัน

ข. ลักษณะสปอร์ของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

ค. ลักษณะเส้นใยของเชื้อราภายใต้กล้อง compound microscope กำลังขยาย 400X

4.2 การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

จากการศึกษาพบว่า หลังการคลุกเชื้อรา 14 วันก่อนปลูก วัสดุปลูกที่คลุกเชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 มีจำนวนเชื้อรามากที่สุด คือ 66.93x10^3cfu. ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม ส่วนการใช้เชื้อรา *T. koningii* สายพันธุ์ 0301 มีจำนวนเชื้อราน้อยกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบเชื้อราในวัสดุปลูกที่ไม่ใช้เชื้อรา(ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.20) อย่างไรก็ตาม จากการตรวจนับจำนวนเชื้อราภายหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน พบว่า วัสดุปลูกส่วนใหญ่ มีจำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. ลดลง ยกเว้นการใช้ *T. harzianum* สายพันธุ์ A 3/2-01 และ *T. koningii* สายพันธุ์ 0301 ที่มีจำนวนเชื้อราเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูก (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.21)

เมื่อผักกาดเขียวกวางตุ้งอายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าผักที่ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 มีความสูงมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับผักที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา และผักที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ No.1 B5-02 และ *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในขณะที่ผักที่ปลูกในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ A10/1-02 มีความสูงน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.22) ผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ไม่ได้คลุกเชื้อราและคลุกเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีจำนวนใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 ซึ่งมีจำนวนใบน้อยกว่าการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีพื้นที่ใบมากที่สุดและมากกว่าการปลูกคลุกเชื้อราสายพันธุ์อื่นๆและไม่คลุกเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.3)

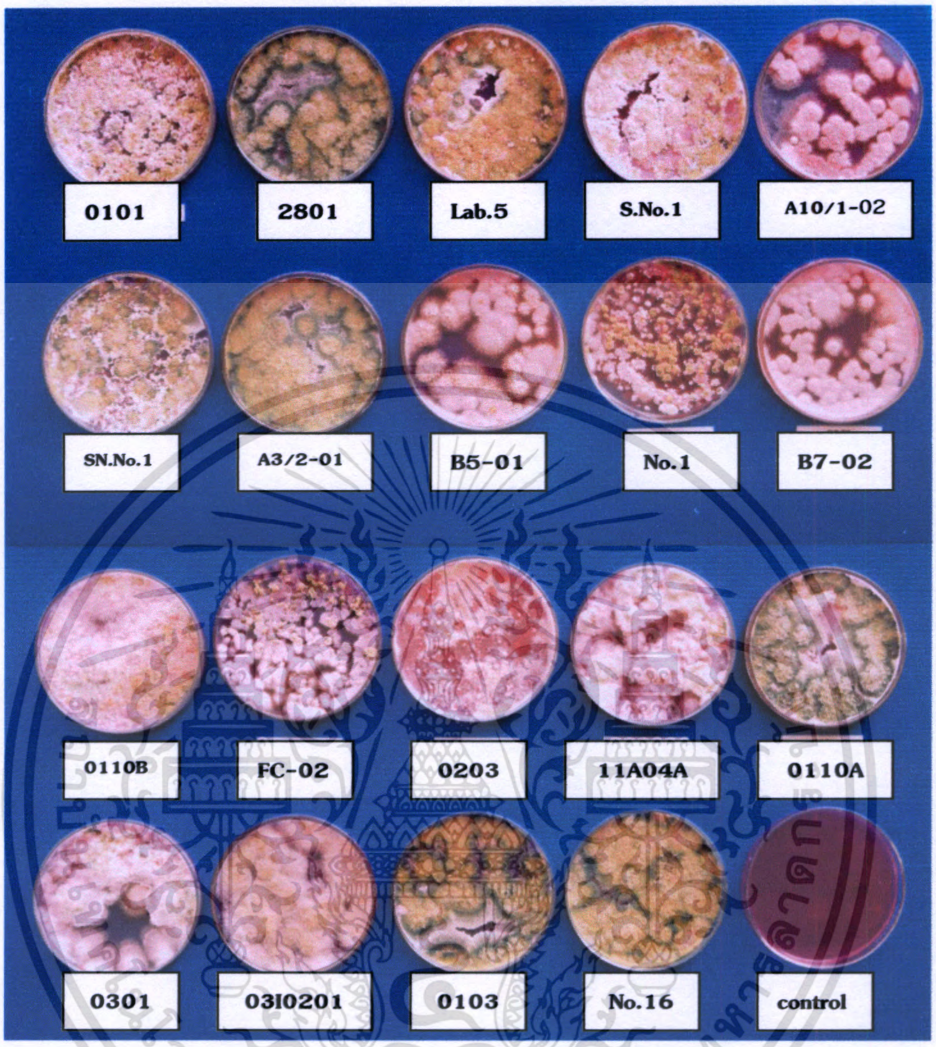
ในด้านน้ำหนักพบว่าการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งในวัสดุที่คลุกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมมากกว่าการปลูกโดยไม่คลุกเชื้อรา และการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 มีผลทำให้น้ำหนักสดรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการไม่ใช้เชื้อรา และการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นๆ ยกเว้นการใช้เชื้อรา *Trichoderma spp.* สายพันธุ์ A10/1-02 2801 0110B Lab.5 และสายพันธ์ 0101(ตารางที่ 4.4) สำหรับน้ำหนักแห้งของผักกาดเขียวกวางตุ้ง พบว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลทำให้น้ำหนักแห้งต้น และน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์อื่นๆยกเว้นการใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC–02 และการไม่ใช้เชื้อรา ในขณะที่น้ำหนักแห้งรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งที่ปลูกโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้เชื้อรา (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.2 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ที่เติมลงในวัสดุและจำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกภายหลังการคลุกเชื้อรา เป็นเวลา 14 วันก่อนปลูกและหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน

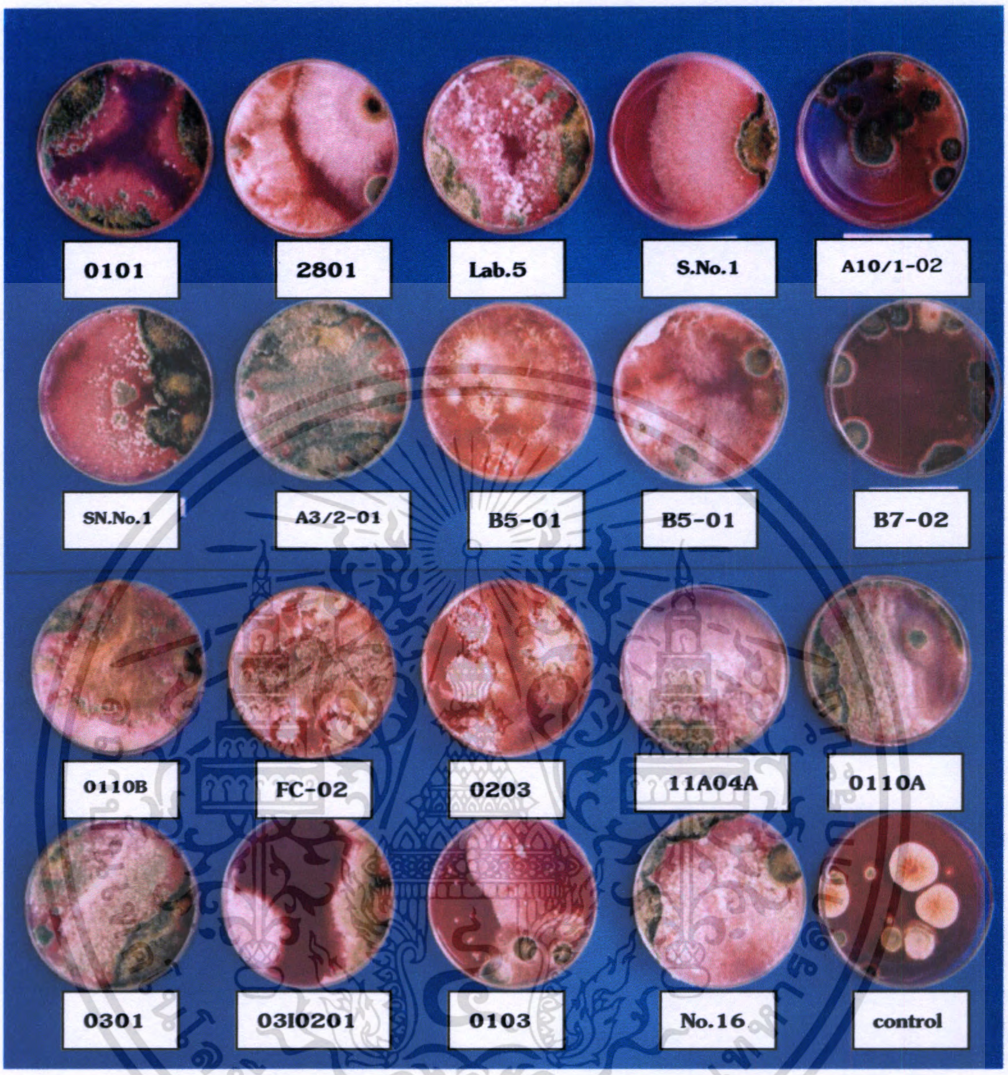
สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	จำนวนเชื้อราที่เติมลงในวัสดุปลูก (x10^{8} conidia/มล.)[1/]	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูก (x10^{3}cfu.ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม)	
		หลังการคลุกเชื้อรา 14 วัน[1/]	หลังทำการปลูก 35 วัน[1/]
0101	52.30	30.40 ^{cdef} [2/]	29.60 ^{abc} [2/]
2801	25.37	20.40 ^{defg}	18.93 ^{dc}
Lab.5	31.15	31.87 ^{cd}	26.00 ^{abcd}
S.No.1	50.95	30.80 ^{cde}	15.60 ^{cd}
A10/1-02	30.00	21.07 ^{g}	16.80 ^{cd}
SN.No.1	18.45	30.67 ^{cde}	26.40 ^{abcd}
A3/2-01	35.30	22.93 ^{defg}	27.60 ^{abcd}
B5-01	16.85	18.00 ^{g}	14.00 ^{d}
No.1	63.45	53.47 ^{b}	25.87 ^{abcd}
B7-02	11.80	33.60 ^{c}	18.53 ^{cd}
0110B	34.80	46.80 ^{b}	32.93 ^{ab}
FC-02	40.35	66.93 ^{a}	38.00 ^{a}
0203	6.00	34.40 ^{c}	27.87 ^{abcd}
11A 04A	8.40	21.67 ^{g}	18.53 ^{cd}
0110A	37.10	21.47 ^{fg}	18.00 ^{cd}
0301	34.75	17.87 ^{g}	21.07 ^{bcd}
03I 0201	16.90	21.33 ^{fg}	13.60 ^{d}
0103	11.10	19.87 ^{g}	15.47 ^{cd}
No.16	28.10	21.73 ^{efg}	19.07 ^{cd}
Control	0	0 ^{h}	0 ^{e}
CV(%)		13.23	25.84

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.01$)


0101
2801
Lab.5
S.No.1
A10/1-02
SN.No.1
A3/2-01
B5-01
No.1
B7-02
0110B
FC-02
0203
11A04A
0110A
0301
03I0201
0103
No.16
control

ภาพที่ 4.20 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16)ในวัสดุปลูกหลังการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา(control) 14 วัน ก่อนการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง


0101
2801
Lab.5
S.No.1
A10/1-02
SN.No.1
A3/2-01
B5-01
B5-01
B7-02
0110B
FC-02
0203
11A04A
0110A
0301
03I0201
0103
No.16
control

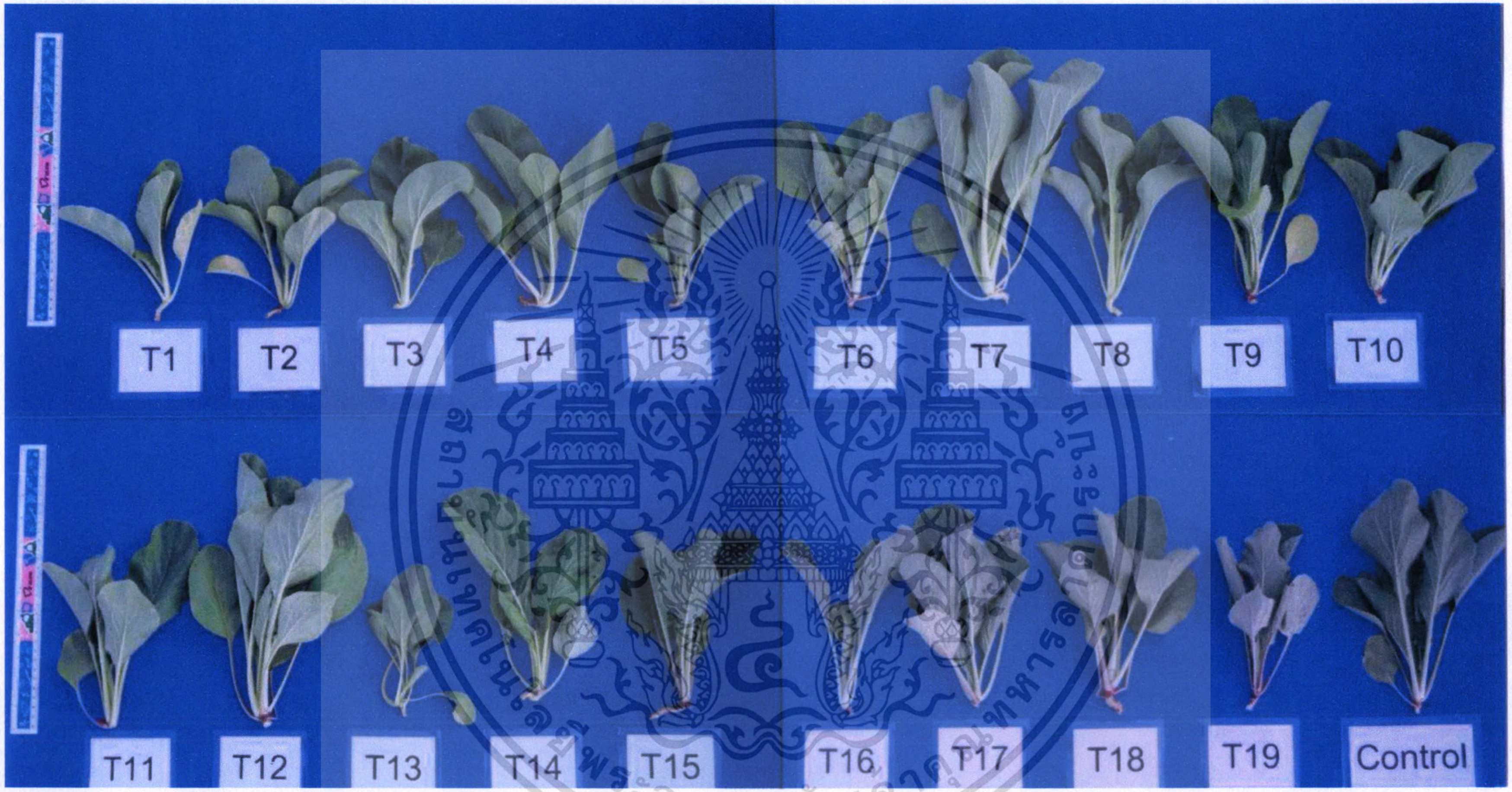
ภาพที่ 4.21 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16)ในวัสดุปลูกจากการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา(control) หลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน

ตารางที่ 4.3 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความสูง จำนวนใบและพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	ความสูง$^{1/}$ (เซนติเมตร)	จำนวนใบ$^{1/}$ (ใบ)	พื้นที่ใบ$^{1/}$ (ตารางเซนติเมตร)
0101	16.61 $^{\mathrm{cde}\ 2/}$	6.44 $^{\mathrm{b}\ 2/}$	269.44 $^{\mathrm{de}\ 2/}$
2801	15.61 $^{\mathrm{cde}}$	7.00 $^{\mathrm{b}}$	257.21 $^{\mathrm{de}}$
Lab.5	14.22 $^{\mathrm{de}}$	6.78 $^{\mathrm{b}}$	207.76 $^{\mathrm{e}}$
S.No.1	19.61 $^{\mathrm{bcd}}$	6.89 $^{\mathrm{b}}$	336.99 $^{\mathrm{de}}$
A10/1-02	13.28 $^{\mathrm{e}}$	7.22 $^{\mathrm{ab}}$	263.72 $^{\mathrm{de}}$
SN.No.1	19.04 $^{\mathrm{bcde}}$	8.22 $^{\mathrm{ab}}$	433.30 $^{\mathrm{cde}}$
A3/2-01	20.94 $^{\mathrm{abc}}$	9.56 $^{\mathrm{ab}}$	1050.60 $^{\mathrm{a}}$
B5-01	21.04 $^{\mathrm{abc}}$	7.56 $^{\mathrm{ab}}$	392.58 $^{\mathrm{cde}}$
No.1	20.56 $^{\mathrm{abc}}$	8.56 $^{\mathrm{ab}}$	525.90 $^{\mathrm{bcd}}$
B7-02	18.50 $^{\mathrm{bcde}}$	7.78 $^{\mathrm{ab}}$	373.17 $^{\mathrm{cde}}$
0110B	18.89 $^{\mathrm{bcde}}$	8.00 $^{\mathrm{ab}}$	393.59 $^{\mathrm{cde}}$
FC-02	25.89 $^{\mathrm{a}}$	9.33 $^{\mathrm{ab}}$	766.39 $^{\mathrm{b}}$
0203	16.78 $^{\mathrm{bcde}}$	7.55 $^{\mathrm{ab}}$	312.95 $^{\mathrm{de}}$
11A 04A	20.17 $^{\mathrm{bc}}$	8.67 $^{\mathrm{ab}}$	423.21 $^{\mathrm{cde}}$
0110A	20.13 $^{\mathrm{bc}}$	8.00 $^{\mathrm{ab}}$	382.65 $^{\mathrm{cde}}$
0301	18.55 $^{\mathrm{bcde}}$	7.22 $^{\mathrm{ab}}$	280.72 $^{\mathrm{de}}$
03I 0201	18.28 $^{\mathrm{bcde}}$	8.22 $^{\mathrm{ab}}$	395.47 $^{\mathrm{cde}}$
0103	19.00 $^{\mathrm{bcde}}$	8.78 $^{\mathrm{ab}}$	492.12 $^{\mathrm{cd}}$
No.16	18.17 $^{\mathrm{bcde}}$	8.00 $^{\mathrm{ab}}$	360.57 $^{\mathrm{cde}}$
Control	22.67 $^{\mathrm{ab}}$	10.22 $^{\mathrm{a}}$	625.63 $^{\mathrm{bc}}$
CV(%)	12.09	15.02	25.19

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test ($P \leq 0.01$)


T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
T13
T14
T15
T16
T17
T18
T19
Control

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาพที่ 4.22 ผลของการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ (T1-T19 ได้แก่ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.NO.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16) และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา(control) 35 วัน หลังเพาะเมล็ดต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

ตารางที่ 4.4 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักสดของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา	น้ำหนักสด$^{1/}$ (กรัม)		
Trichoderma spp.	ต้น	ราก	รวม
0101	$12.44^{cd\,2/}$	$1.80^{d\,2/}$	$14.24^{d\,2/}$
2801	10.22^{d}	2.22^{d}	12.45^{d}
Lab.5	9.44^{d}	1.91^{d}	11.36^{d}
S.No.1	16.44^{cd}	4.89^{abcd}	21.33^{cd}
A10/1-02	14.89^{cd}	2.66^{cd}	17.55^{cd}
SN.No.1	25.84^{bcd}	3.65^{abcd}	29.49^{bcd}
A3/2-01	55.78^{a}	5.96^{ab}	61.79^{a}
B5-01	23.44^{bcd}	5.78^{abc}	29.22^{bcd}
No.1	30.00^{bc}	5.09^{abcd}	35.09^{bc}
B7-02	20.78^{bcd}	4.04^{abcd}	24.82^{bcd}
0110B	18.21^{cd}	1.95^{d}	20.17^{cd}
FC-02	37.66^{b}	6.57^{a}	44.24^{b}
0203	15.11^{cd}	3.27^{bcd}	21.59^{cd}
11A 04A	22.00^{bcd}	3.77^{abcd}	25.77^{bcd}
0110A	19.45^{bcd}	4.14^{abcd}	23.59^{cd}
0301	12.34^{cd}	3.54^{abcd}	15.87^{cd}
03I 0201	20.22^{bcd}	4.37^{abcd}	24.59^{bcd}
0103	27.34^{bcd}	3.56^{abcd}	30.89^{bcd}
No.16	16.45^{cd}	4.41^{abcd}	20.85^{cd}
Control	30.11^{bc}	5.61^{abc}	35.70^{bc}
CV(%)	33.53	31.77	30.22

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.5 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูก ต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดเขียวกวางตุ้ง เมื่ออายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	น้ำหนักแห้ง$^{1/}$ (กรัม)		
	ต้น	ราก	รวม
0101	1.03 $^{\text{de 2/}}$	0.16 $^{\text{NS}}$	1.19 $^{\text{de 2/}}$
2801	0.83 $^{\text{de}}$	0.19	1.03 $^{\text{d}}$
Lab.5	0.57 $^{\text{e}}$	0.20	0.77 $^{\text{e}}$
S.No.1	1.76 $^{\text{bcde}}$	0.48	2.24 $^{\text{bcde}}$
A10/1-02	1.04 $^{\text{de}}$	0.34	1.38 $^{\text{cde}}$
SN.No.1	1.76 $^{\text{bcde}}$	0.40	2.16 $^{\text{bcde}}$
A3/2-01	3.59 $^{\text{a}}$	0.71	4.30 $^{\text{a}}$
B5-01	1.55 $^{\text{bcde}}$	0.66	2.21 $^{\text{bcde}}$
No.1	1.96 $^{\text{bcd}}$	0.55	2.51 $^{\text{bcde}}$
B7-02	1.50 $^{\text{bcde}}$	0.42	1.92 $^{\text{cde}}$
0110B	1.54 $^{\text{bcde}}$	0.21	1.75 $^{\text{cde}}$
FC-02	2.79 $^{\text{ab}}$	0.84	3.65 $^{\text{ab}}$
0203	1.05 $^{\text{de}}$	0.72	1.44 $^{\text{cde}}$
11A 04A	1.98 $^{\text{bcd}}$	0.63	2.60 $^{\text{bcd}}$
0110A	1.59 $^{\text{bcde}}$	0.39	1.99 $^{\text{bcde}}$
0301	0.92 $^{\text{de}}$	0.36	1.28 $^{\text{de}}$
03I 0201	1.50 $^{\text{bcde}}$	0.48	1.71 $^{\text{cde}}$
0103	2.05 $^{\text{bcd}}$	0.38	2.43 $^{\text{bcde}}$
No.16	1.40 $^{\text{cde}}$	0.56	1.86 $^{\text{cde}}$
Control	2.41 $^{\text{abc}}$	0.69	3.10 $^{\text{abc}}$
CV(%)	31.42	54.60	32.63

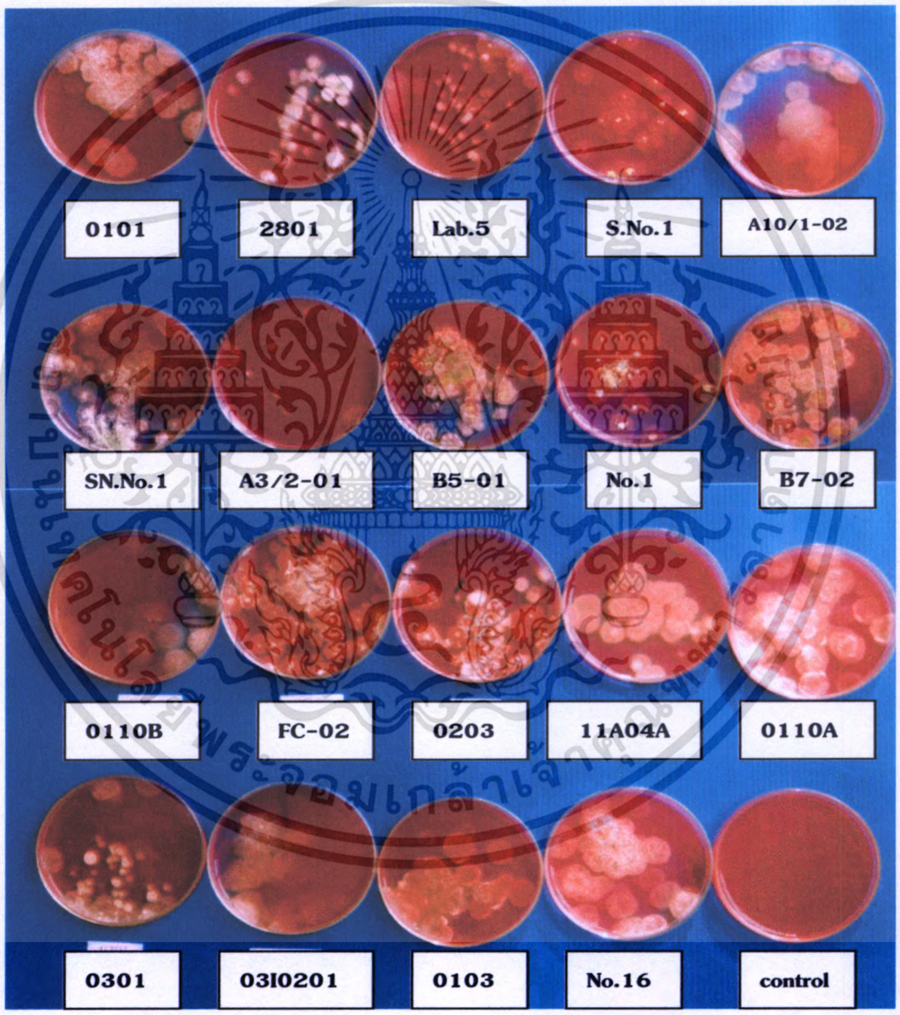
1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test ($P \leq 0.01$)

NS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

จากการศึกษาพบว่าก่อนทำการปลูก วัสดุที่คลุกด้วยเชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 มีจำนวนเชื้อรามากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบเชื้อราในวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา(ภาพที่ 4.23 และตารางที่ 4.6) เมื่อดำเนินการปลูกผักกาดหัวนาน 56 วัน แล้วตรวจนับจำนวนเชื้อรา พบว่า วัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ 0101 มีจำนวนเชื้อรามากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.6 และ ภาพที่ 4.24)


0101
2801
Lab.5
S.No.1
A10/1-02
SN.No.1
A3/2-01
B5-01
No.1
B7-02
0110B
FC-02
0203
11A04A
0110A
0301
03I0201
0103
No.16
control

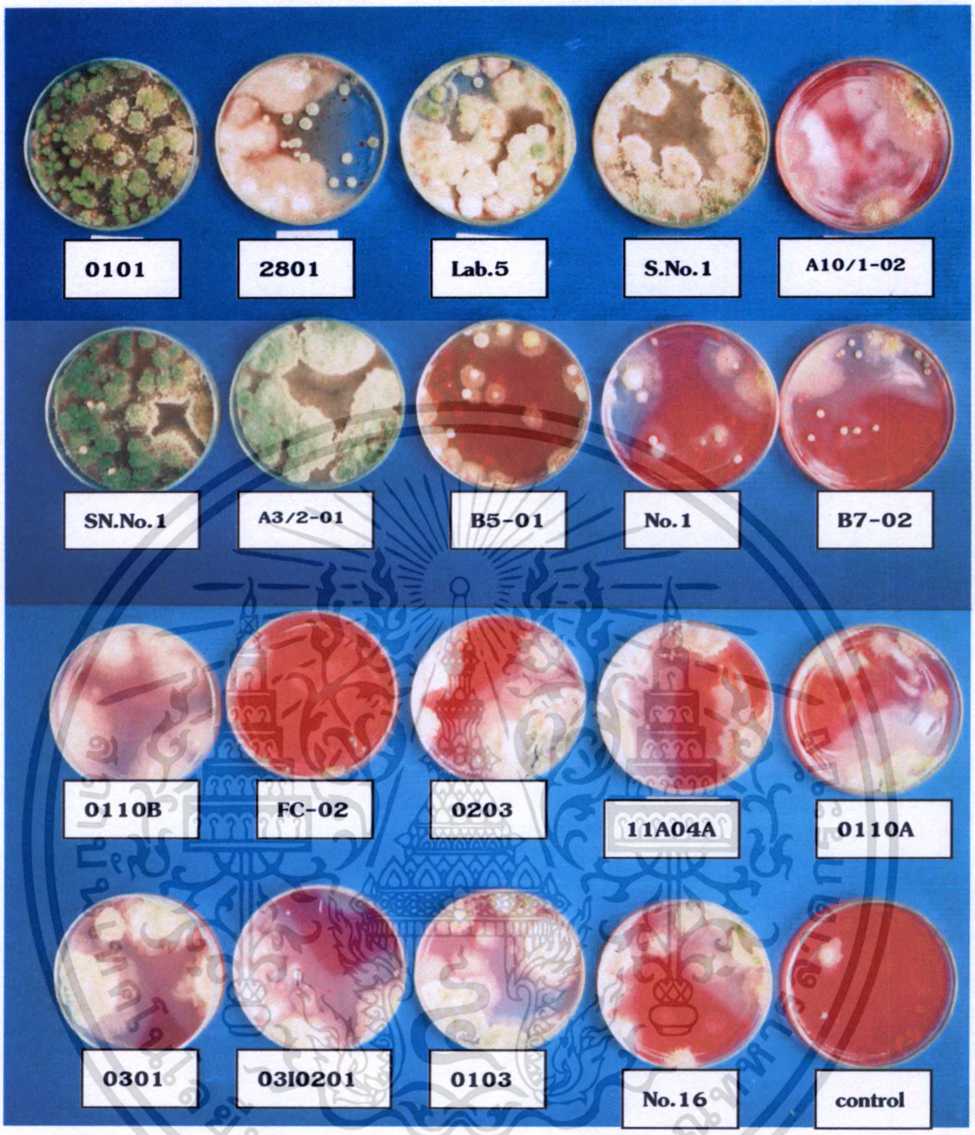
ภาพที่ 4.23 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.NO.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16) ในวัสดุปลูกหลังการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา (control) 14 วัน ก่อนทำการปลูกผักกาดหัว

ตารางที่ 4.6 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ ที่เติมลงในวัสดุปลูกและจำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกหลังการคลุกเชื้อรา 14 วันก่อนการปลูก และภายหลังทำการปลูกผักกาดหัวเป็นเวลา 56 วัน

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	จำนวนเชื้อราที่เติมลงในวัสดุปลูก (x10^{8} conidia/มล.)$^{1/}$	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูก (x 10^{3}cfu.ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม)	
		หลังการคลุกเชื้อรา 14 วัน$^{1/}$	หลังทำการปลูก 56 วัน$^{1/}$
0101	52.30	25.33 ^{cd}	29.67 ^{a}
2801	25.37	19.47 ^{efg}	19.13 ^{cd}
Lab.5	31.15	26.33 ^{ef}	23.00 ^{b}
S.No.1	50.95	22.60 ^{de}	20.20 ^{bc}
A10/1-02	30.00	16.67 ^{fg}	16.93 ^{cdef}
SN.No.1	18.45	29.40 ^{bc}	19.80 ^{bcd}
A3/2-01	35.30	20.60 ^{ef}	23.00 ^{b}
B5-01	16.85	15.73 ^{g}	15.20 ^{efgh}
No.1	63.45	19.53 ^{efg}	10.67 ^{ij}
B7-02	11.80	26.73 ^{c}	16.20 ^{def}
0110B	34.80	31.07 ^{b}	12.47 ^{ghi}
FC-02	40.35	45.20 ^{a}	7.87 ^{j}
0203	6.00	32.27 ^{b}	16.67 ^{cdef}
11A 04A	8.40	18.87 ^{efg}	18.53 ^{cde}
0110A	37.10	26.67 ^{c}	16.13 ^{defg}
0301	34.75	19.73 ^{efg}	15.07 ^{efgh}
03I 0201	16.90	18.53 ^{efg}	14.40 ^{fgh}
0103	11.10	18.07 ^{fg}	20.33 ^{bc}
No.16	28.10	19.87 ^{efg}	12.13 ^{hi}
Control	0	0 ^{h}	0 ^{k}
CV(%)		7.81	9.31

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ($P \leq 0.01$)


0101
2801
Lab.5
S.No.1
A10/1-02
SN.No.1
A3/2-01
B5-01
No.1
B7-02
0110B
FC-02
0203
11A04A
0110A
0301
03I0201
0103
No.16
control

ภาพที่ 4.24 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 สายพันธุ์ (สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.NO.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16) ในวัสดุปลูกจากการคลุกและไม่คลุกเชื้อรา (control) หลังการปลูกผักกาดหัว 56 วัน

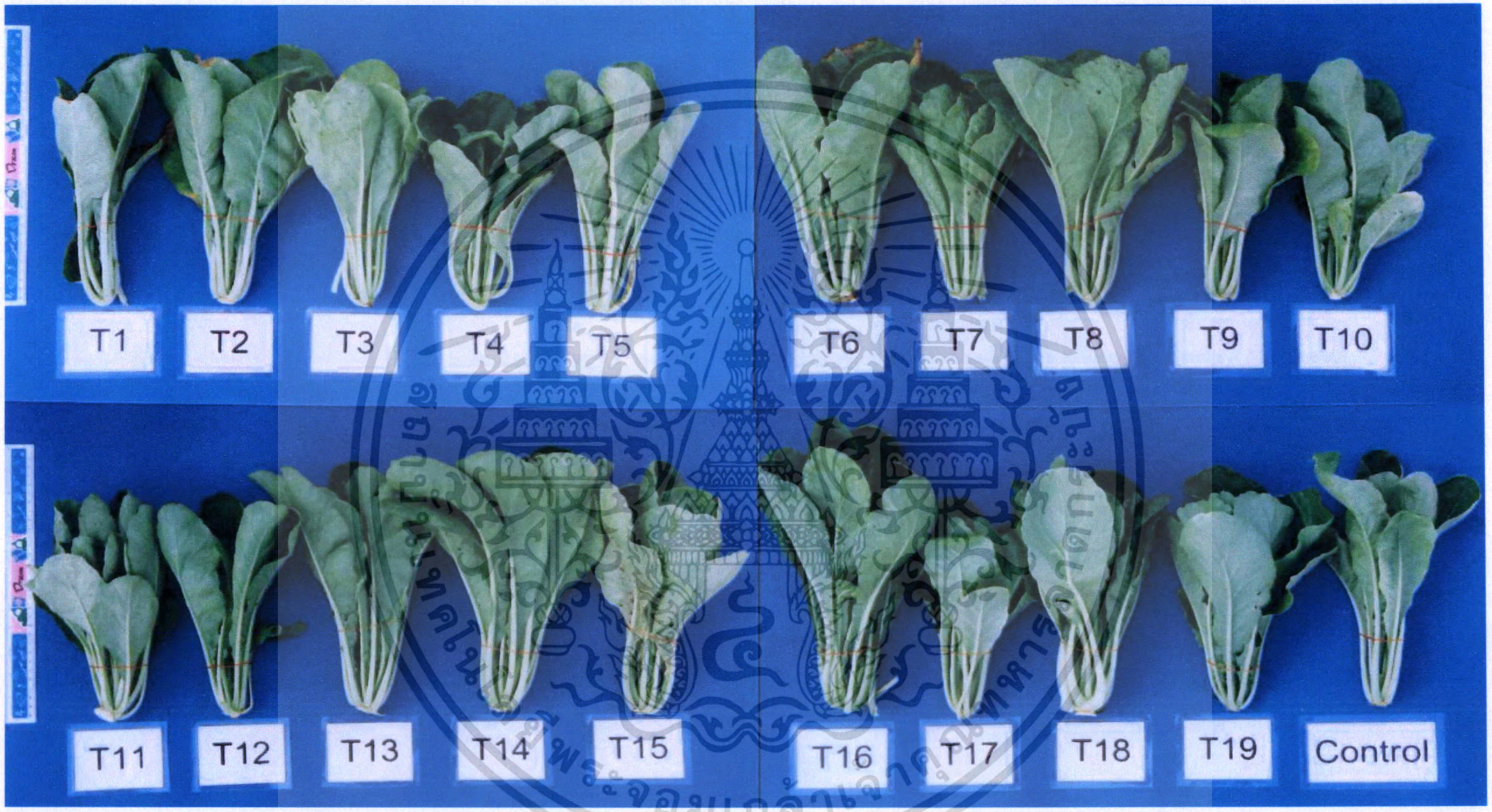
เมื่อผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่าการใช้เชื้อรา *T. koningii* สายพันธุ์ 0301 มีผลให้ผักกาดหัวมีความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์อื่น และการไม่ใช้เชื้อรา (ตารางที่ 4.7 และ ภาพที่ 4.25)

ตารางที่ 4.7 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อความสูง จำนวนใบและ พื้นที่ใบของผักกาดหัวเมื่ออายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	ความสูง[1/] (เซนติเมตร)	จำนวนใบ[1/] (ใบ)	พื้นที่ใบ[1/] (ตารางเซนติเมตร)
0101	27.00 ^{NS}	17.33 ^{NS}	1488.10 ^{NS}
2801	25.17	16.17	1775.88
Lab.5	28.75	17.83	1568.31
S.No.1	25.67	18.33	1181.63
A10/1-02	26.00	19.00	1422.04
SN.No.1	26.33	19.33	1698.67
A3/2-01	26.92	18.50	1365.01
B5-01	25.00	17.17	1359.96
No.1	25.25	20.17	1355.76
B7-02	25.00	17.33	1200.76
0110B	26.17	20.50	816.42
FC-02	24.92	14.83	1300.88
0203	28.33	19.83	1647.92
11A 04A	27.75	22.00	1781.56
0110A	28.00	18.50	1677.93
0301	30.17	22.17	1788.16
03I 0201	25.50	16.83	1180.04
0103	26.25	19.83	1522.90
No.16	26.25	16.00	1170.38
Control	28.75	20.00	1684.45
CV (%)	13.85	14.36	38.71

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ


T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
T13
T14
T15
T16
T17
T18
T19
Control

ภาพที่ 4.25 ผลของการปลูกผักกาดหัว ในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ (T1 – T19 ได้แก่ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16) และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา(control) 56 วัน หลังเพาะเมล็ด ต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหัว

นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้เชื้อรา *T. koningii* สายพันธุ์ 0301 คลุกในวัสดุปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีความยาวรากมากที่สุด ในขณะที่การใช้เชื้อรา *T. reesei* สายพันธุ์ 11A04A มีผลให้ผักกาดหัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางรากมากที่สุด โดยไม่แตกต่างกับการใช้เชื้อรา *Trichoderma spp.* สายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อรา (ตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.26)

การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ 0110B มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด ในขณะที่การใช้เชื้อรา *T. koningii* สายพันธุ์ 0110A มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด อย่างไรก็ตาม พบว่าการใช้เชื้อรา *T. reesei* สายพันธุ์ 11A04A มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดราก น้ำหนักสดรวม น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในด้านน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งระหว่างการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์ และการไม่ใช้เชื้อรา (ตารางที่ 4.9 และ 4.10)

ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง พบว่า การใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นการใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ยังมีผลให้ผักกาดเขียวมีน้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดด้วย อย่างไรก็ตามในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว พบว่าผักกาดหัวมีการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้เชื้อรา ดังนั้นผู้วิจัยจึงคัดเลือกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เพื่อใช้ในการทดสอบผลของปริมาณเชื้อราและระยะเวลาในการบ่มเชื้อที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการทดลองต่อไป

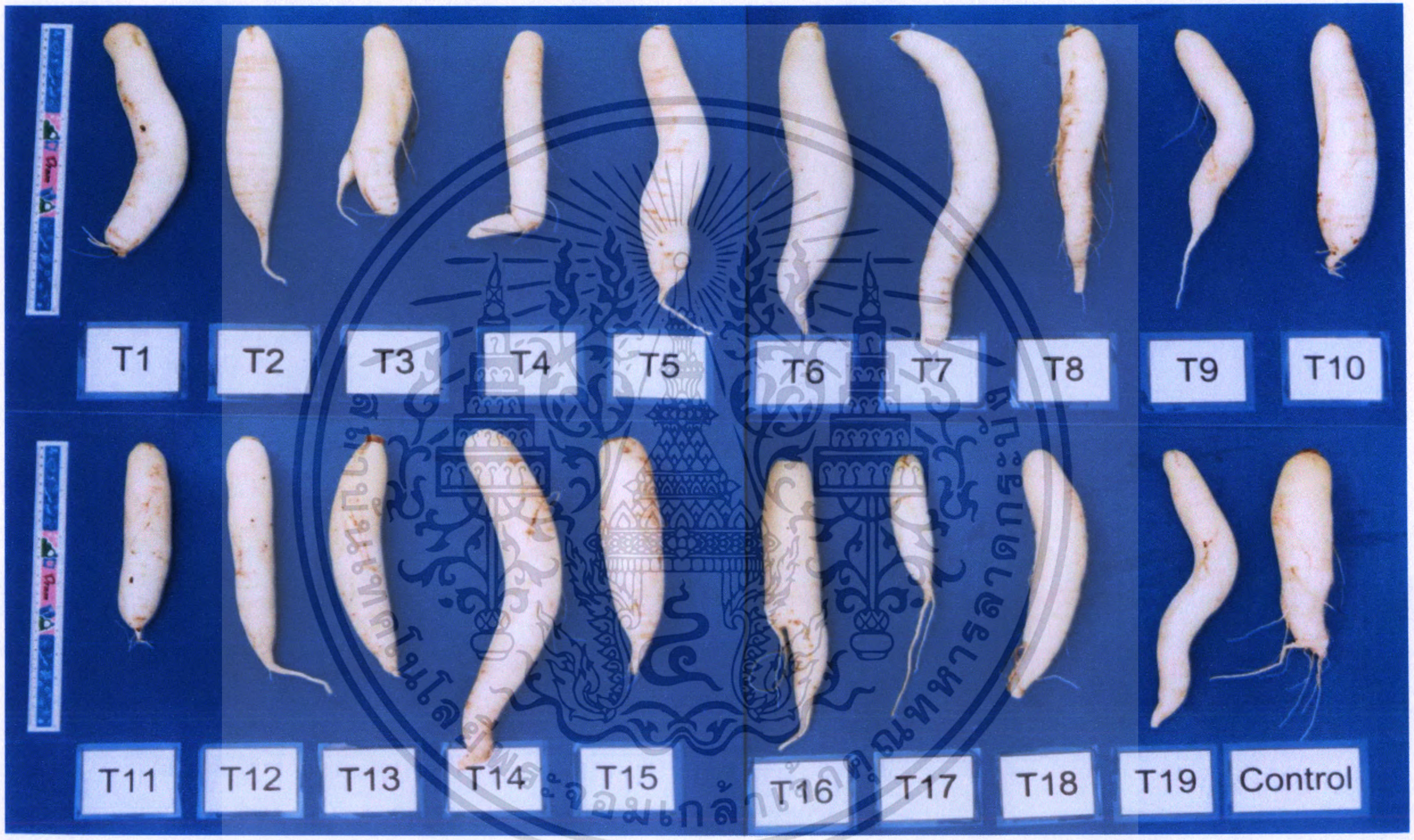
ตารางที่ 4.8 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูก ต่อความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางรากของผักกาดหัวอายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	ความยาวราก$^{1/}$ (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางราก$^{1/}$ (เซนติเมตร)
0101	33.33^{NS}	4.20^{NS}
2801	24.17	3.97
Lab.5	26.58	4.90
S.No.1	26.92	4.58
A10/1-02	30.25	4.76
SN.No.1	26.73	4.90
A3/2-01	31.00	4.78
B5-01	26.00	3.98
No.1	27.58	4.13
B7-02	25.58	4.20
0110B	22.83	4.30
FC-02	26.58	3.75
0203	26.67	4.58
11A 04A	31.28	5.12
0110A	24.42	4.91
0301	38.33	4.61
03I 0201	29.58	3.87
0103	31.50	4.56
No.16	28.25	4.12
Control	31.33	5.05
CV(%)	27.48	21.20

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง


T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
T10
T11
T12
T13
T14
T15
T16
T17
T18
T19
Control

ภาพที่ 4.26 ผลของการปลูกผักกาดหัว ในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ (T1 – T19 ได้แก่ สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 S.No.1 A10/1–02 SN.No.1 A3/2-01 0110B FC-02 B5-01 B7-02 No.1 11A04A 0110A 0203 0301 03I 0201 0103 และ No.16) และวัสดุปลูกที่ไม่คลุกเชื้อรา(control) 56 วัน หลังเพาะเมล็ด ต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว

ตารางที่ 4.9 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักสดของผักกาดหัวอายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา	น้ำหนักสด$^{1/}$ (กรัม)		
Trichoderma spp.	ต้น	ราก	รวม
0101	113.33^{NS}	284.00^{NS}	397.33^{NS}
2801	91.83	233.00	324.67
Lab.5	115.00	275.33	390.33
S.No.1	115.83	255.00	370.83
A10/1-02	117.50	373.00	490.50
SN.No.1	128.33	339.00	467.33
A3/2-01	112.50	317.33	429.83
B5-01	150.00	280.67	436.83
No.1	110.00	216.67	326.67
B7-02	82.50	271.00	353.50
0110B	149.17	269.67	418.83
FC-02	102.50	246.00	348.50
0203	138.33	317.67	456.00
11A 04A	145.83	411.67	557.50
0110A	139.17	360.33	516.17
0301	140.00	385.33	544.33
03I 0201	101.67	254.67	358.00
0103	128.33	356.67	485.00
No.16	95.00	239.67	334.67
Control	147.50	406.67	554.17
CV(%)	37.09	50.79	44.52

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.10 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp.จำนวน 19 สายพันธุ์คลุกในวัสดุปลูกต่อน้ำหนักแห้งของผักกาดหัวอายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

สายพันธุ์ของเชื้อรา	น้ำหนักแห้ง$^{1/}$ (กรัม)		
Trichoderma spp.	ต้น	ราก	ต้นและราก
0101	10.08 ^{NS}	13.85 ^{NS}	23.94 ^{NS}
2801	6.70	12.15	19.22
Lab.5	7.78	13.87	21.52
S.No.1	7.59	13.08	20.67
A10/1-02	7.07	17.26	24.34
SN.No.1	11.87	15.22	27.09
A3/2-01	6.83	12.70	19.48
B5-01	10.67	9.52	20.69
No.1	10.60	7.36^{a}	17.96
B7-02	6.56	10.41	16.98
0110B	10.64	13.90	25.00
FC-02	10.14	10.04	21.19
0203	10.54	15.52	26.06
11A 04A	9.91	18.28	41.52
0110A	13.67	17.04	26.71
0301	10.39	18.21	28.76
03I 0201	6.92	9.25	17.18
0103	11.82	12.88	24.71
No.16	6.39	8.52	14.91
Control	13.13	17.74	30.87
CV(%)	40.98	45.35	46.29

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3 การทดสอบผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

4.3.1 การศึกษาผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง

จากการศึกษา พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อ มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูก โดยการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูก มีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา 176.50 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร ร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูก (ตารางที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.27) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้เชื้อราพบว่า การใช้เชื้อราปริมาณมากขึ้นมีผลให้จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้น โดยการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากกว่าปริมาณการใช้เชื้อราระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การใช้เชื้อราจำนวน 35.30 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราน้อยที่สุด ส่วนในด้านระยะเวลาการบ่มเชื้อรา พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา มีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการบ่มเชื้อ 21 วันก่อนปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุด ในขณะที่การไม่บ่มเชื้อรามีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราน้อยที่สุด (ตารางที่ 4.11)

ภายหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วันพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรามีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก กล่าวคือ การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วัน ก่อนปลูกมีผลให้เชื้อราในวัสดุปลูกมีปริมาณมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนปลูก และการใช้เชื้อราจำนวน 176.50 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูก (ตารางที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.28) เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้เชื้อราเพียงปัจจัยเดียวพบว่า การใช้เชื้อรา 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากกว่าปริมาณการใช้เชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใช้เชื้อรา 35.30 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา 105.90 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราเพิ่มขึ้น โดยการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากกว่าระยะเวลาการบ่มเชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนปลูก ในขณะที่มีจำนวนเชื้อรามากกว่าการบ่มเชื้อรา 7 วันและการไม่บ่มเชื้อราก่อนปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่คลุกเชื้อราในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ก่อนและหลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง

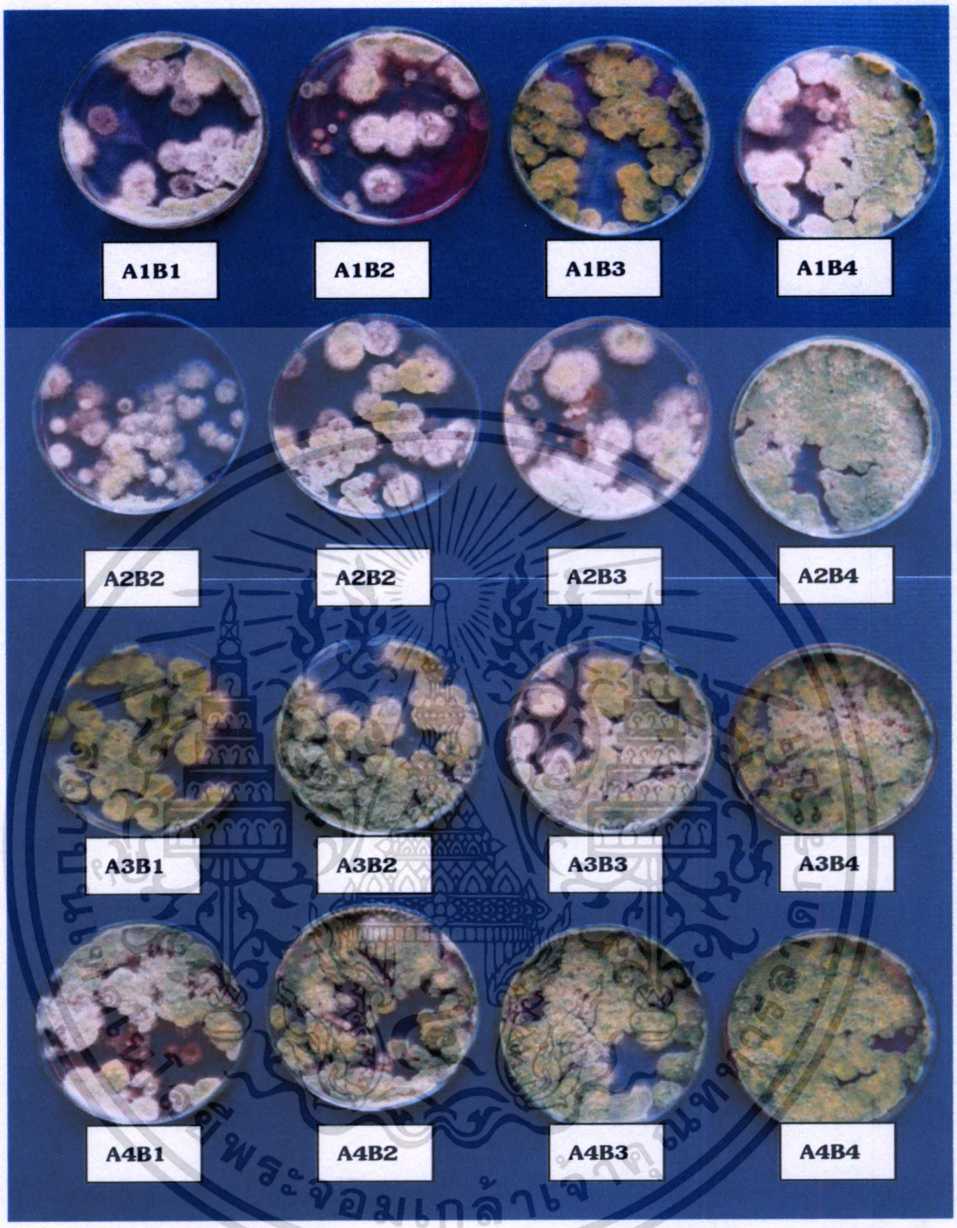
ระยะเวลา	**จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)**				**เฉลี่ย**
การบ่มเชื้อรา(วัน)	35.30	105.90	176.50	247.10	
	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนปลูก(x 10^3 cfu.ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม) 1/				
0	$12.27^{i4/}$	15.87^{hi}	18.67^{ghi}	20.29^{fgh}	$17.10^{D\ 2/}$
7	16.27^{hi}	17.73^{ghi}	19.20^{fghi}	26.13^{cde}	19.83^{C}
14	19.87^{fgh}	22.40^{efg}	24.93^{def}	31.07^{bc}	24.56^{B}
21	20.00^{fgh}	29.60^{bcd}	32.80^{ab}	36.93^{a}	29.83^{A}
เฉลี่ย	$17.43^{C3/}$	21.40^{B}	23.90^{B}	28.60^{A}	22.83
CV (%)	10.53				
	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนปลูก(x 10^3 cfu.ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม) 1/				
0	$12.40^{gh4/}$	12.67^{h}	16.40^{fgh}	18.93^{defg}	$15.53^{B1/}$
7	14.27^{gh}	14.80^{gh}	17.33^{fgh}	23.60^{bcd}	17.50^{B}
14	17.47^{efgh}	21.33^{cdef}	23.20^{bcde}	28.00^{ab}	22.50^{A}
21	19.47^{defg}	21.87^{cdef}	26.27^{abc}	31.60^{a}	24.80^{A}
เฉลี่ย	$16.33^{C3/}$	17.67^{C}	20.80^{B}	25.53^{A}	20.08
CV (%)	11.47				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

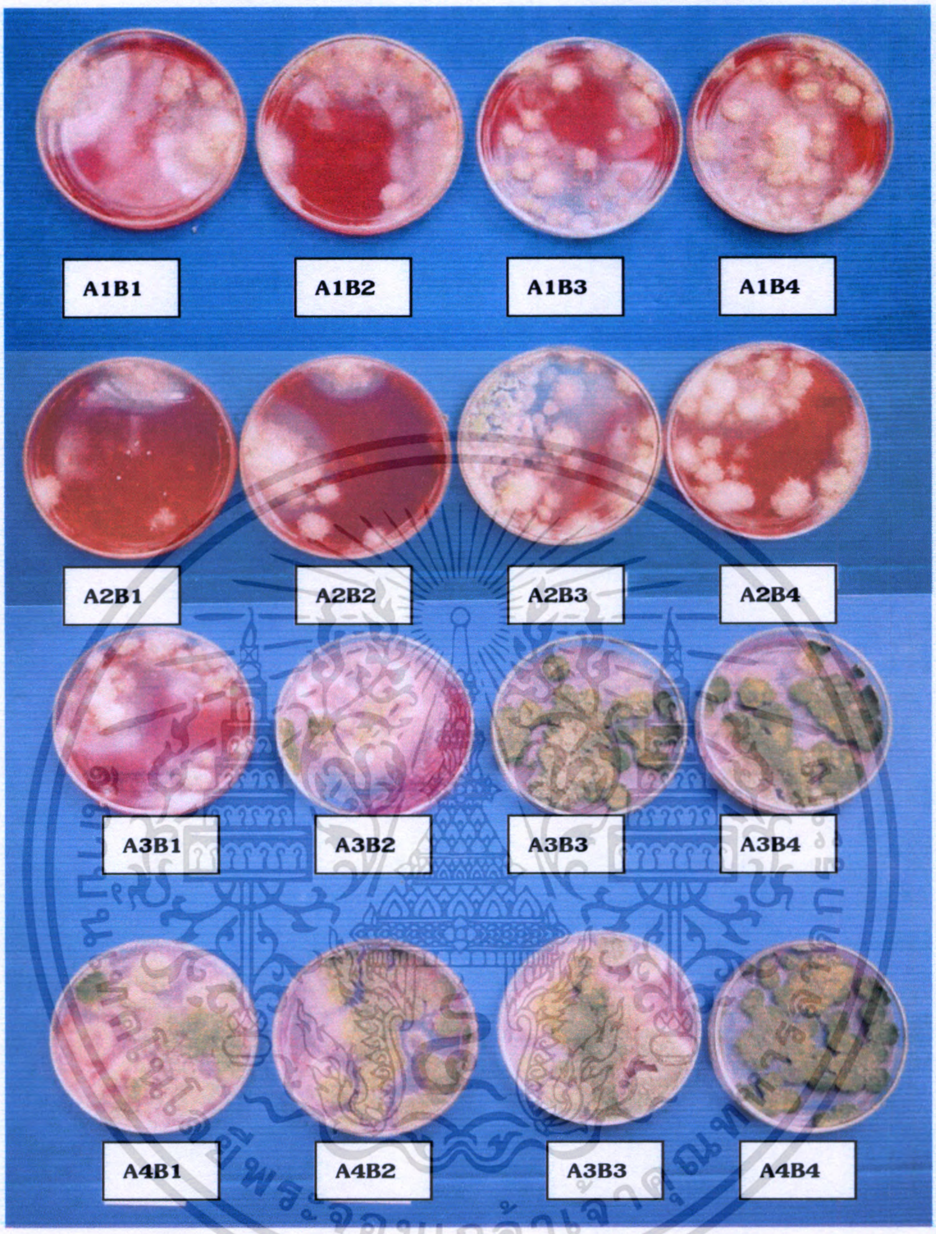
2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

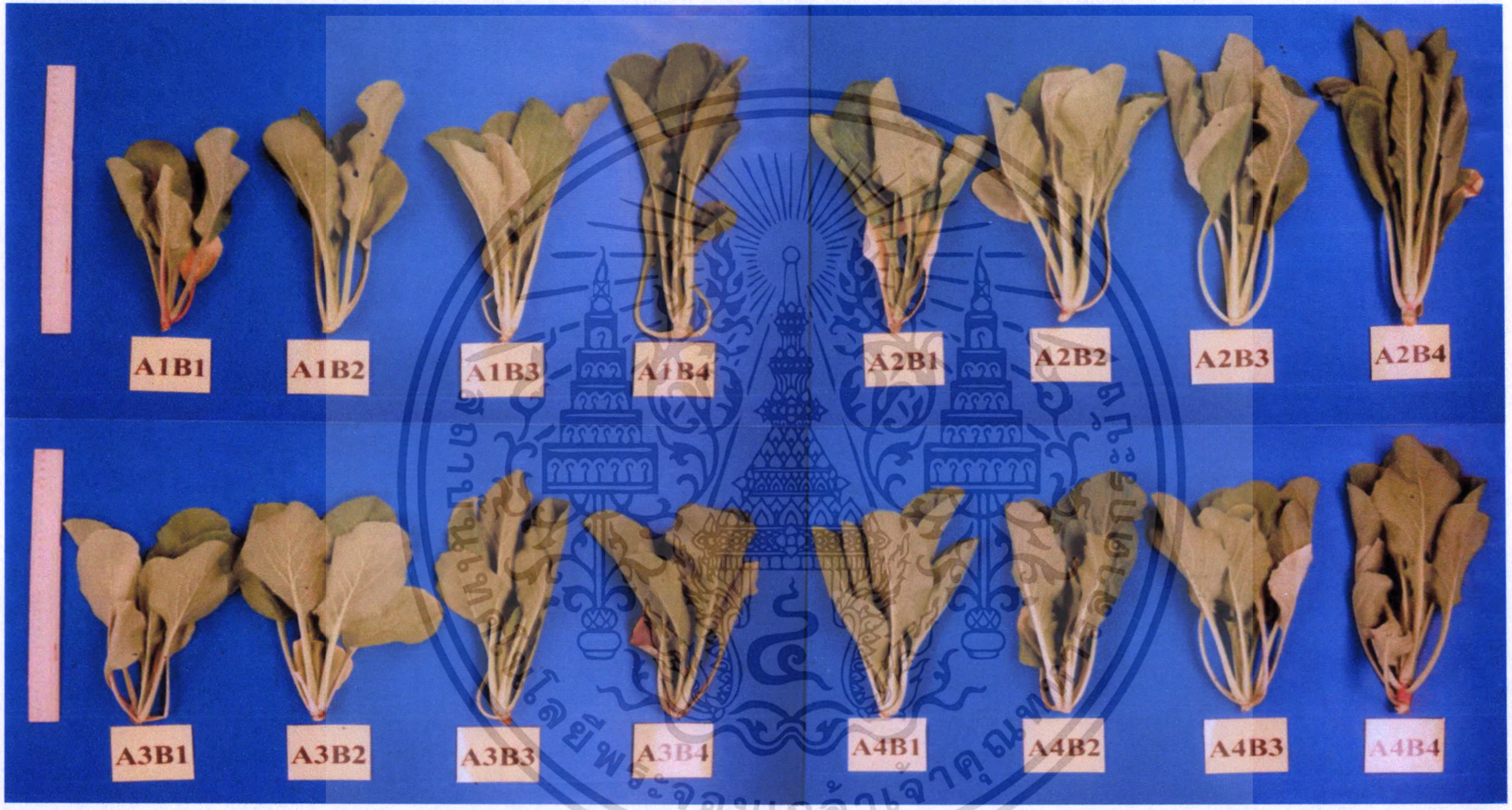
4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B2
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.27 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10x10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50 x10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90x10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30x10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) ก่อนทำการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A3B3
A4B4

ภาพที่ 4.28 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) หลังการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง 35 วัน


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.29 ผลของการปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง โดยการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก โดยปริมาณการใช้เชื้อราที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30 x 10^8สปอร์/มิลิลิตร) ร่วมกับการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา(B1=0 วัน B2 = 7 วัน B3=14 วันและB4=21วัน)

ในด้านการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ปรากฏว่าไม่พบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อรา และระยะเวลาในการบ่มเชื้อราต่อความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้ง (ตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.29) การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีความสูงมากที่สุด ซึ่งมากกว่าการใช้เชื้อราในระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการใช้เชื้อราจำนวน 105.60x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร และเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่าการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 7 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีความสูงมากกว่าการไม่บ่มเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการบ่มเชื้อราทั้ง 3 ระยะ ให้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนจำนวนใบและพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ปรากฏว่าปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แม้การเพิ่มปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราจะมีแนวโน้มให้จำนวนใบและพื้นที่ใบมากขึ้นก็ตาม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านน้ำหนักสด ไม่พบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกต่อทั้งน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักสดรวม การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด แต่ไม่มากกว่าการใช้เชื้อรา 176.50 x10^{8} และ 105.90 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรทางสถิติ ในขณะที่การเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อรา มีผลให้น้ำหนักสดรากเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^{8} และ 105.90x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร และการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้น้ำหนักสดของต้นมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการบ่มเชื้อราเป็นระยะเวลา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก การเพิ่มระยะเวลาการบ่มเชื้อรามีแนวโน้มให้น้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวมเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.13)

ในด้านน้ำหนักแห้ง ไม่พบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อราและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวม การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 176.50 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4.14) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อรามีผลให้น้ำหนักแห้งรากมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการบ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกเพียงอย่างเดียว พบว่าระยะเวลาในการบ่มเชื้อราทั้ง 4 ระยะมีผลให้น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดเขียวกวางตุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.12 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อการความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	ความสูงของต้น (เซนติเมตร) อายุ 35 วัน[1/]				
0	21.41 ^{NS}	23.60	22.65	26.53	23.54 ^{B} [2/]
7	24.84	26.09	25.83	26.81	25.89 ^{A}
14	25.83	27.56	25.70	28.32	26.85 ^{A}
21	26.58	27.36	25.24	28.24	26.85 ^{A}
เฉลี่ย	24.66 ^{B} [3/]	26.15 ^{AB}	24.85 ^{B}	27.47 ^{A}	26.85
CV (%)	9.87				
	จำนวนใบ(ใบ) [1/]				
0	7.78 ^{NS}	8.56	9.33	8.89	8.64 ^{NS}
7	8.44	8.11	9.45	8.22	8.56
14	9.11	8.56	8.67	9.00	8.83
21	8.22	9.67	9.11	10.11	9.27
เฉลี่ย	8.39 ^{NS}	8.72	9.13	9.05	8.82
CV (%)	12.74				
	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)[1/]				
0	361.61 ^{NS}	466.59	516.01	569.61	478.45 ^{NS}
7	478.82	516.24	572.76	537.22	526.26
14	502.96	480.96	540.22	730.86	563.75
21	534.39	623.81	501.21	642.30	575.42
เฉลี่ย	469.44 ^{NS}	521.90	532.55	620.00	535.97
CV (%)	24.83				

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

[3/] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.13 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดราก และน้ำหนักสดรวมของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	น้ำหนักสดต้น (กรัม) $^{1/}$				
0	24.00^{NS}	34.33	38.00	40.11	$34.11^{B\ 2/}$
7	31.11	36.55	41.89	50.22	39.44^{AB}
14	37.33	40.44	43.77	52.11	43.41^{AB}
21	40.11	46.66	47.33	52.55	46.66^{A}
เฉลี่ย	$33.13^{B\ 3/}$	39.49^{AB}	42.74^{A}	48.74^{A}	41.03
CV (%)	26.38				
	น้ำหนักสดราก (กรัม) $^{1/}$				
0	5.56^{NS}	7.11	5.63	7.11	6.35^{NS}
7	6.00	5.44	6.33	7.67	6.36
14	6.55	6.89	7.11	8.89	7.36
21	6.67	7.44	8.22	9.89	8.05
เฉลี่ย	6.19^{NS}	6.72	6.82	8.39	7.03
CV (%)	29.97				
	น้ำหนักสดรวม (กรัม) $^{1/}$				
0	29.56^{NS}	41.44	43.63	55.55	42.54^{NS}
7	37.11	42.00	49.00	57.88	46.49
14	43.89	47.33	48.22	60.99	50.10
21	46.77	54.10	50.88	62.44	53.16
เฉลี่ย	$39.33^{B\ 3/}$	46.21^{B}	47.93^{B}	59.21^{A}	48.16
CV (%)	24.90				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 4.14 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วัน หลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) 1/				
0	2.16^{NS}	2.99	3.14	2.92	2.80^{NS}
7	2.59	2.25	3.19	4.02	3.01
14	2.84	2.65	3.27	4.02	3.19
21	2.80	2.91	3.36	4.05	3.28
เฉลี่ย	$2.59^{B\ 2/}$	2.70^{B}	3.24^{AB}	3.75^{A}	3.07
CV (%)	24.91				
	น้ำหนักแห้งราก (กรัม) 1/				
0	0.50^{NS}	0.63	0.51	0.62	0.56^{NS}
7	0.50	0.69	0.64	0.69	0.63
14	0.48	0.52	0.72	0.75	0.61
21	0.53	0.66	0.66	0.80	0.66
เฉลี่ย	0.50^{NS}	0.62	0.63	0.71	0.61
CV (%)	35.08				
	น้ำหนักแห้งรวม (กรัม) 1/				
0	2.66^{NS}	3.61	3.65	3.54	3.36^{NS}
7	3.09	2.94	3.83	4.71	3.64
14	3.35	3.17	3.99	4.78	3.82
21	3.34	3.57	4.02	4.85	3.94
เฉลี่ย	$3.11^{B2/}$	3.32^{B}	3.87^{AB}	4.47^{A}	3.69
CV (%)	23.81				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.3.2 การศึกษาผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดหัว

จากการศึกษาพบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลต่อจำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนทำการปลูกผักกาดหัว โดยการใช้เชื้อรา 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุด และมีความแตกต่างกับการใช้ปริมาณเชื้อรา ทั้ง 4 ระดับร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.30) และเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้เชื้อรา พบว่า การใช้เชื้อรา 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากกว่าการใช้เชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การใช้เชื้อรา 35.30 x10^{8} และ 105.90 x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีปริมาณเชื้อราในวัสดุปลูกไม่แตกต่างกันทางสถิติ การเพิ่มระยะเวลาการบ่มเชื้อราก่อนทำการปลูก มีผลให้ปริมาณเชื้อราในวัสดุปลูกเพิ่มขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุดในขณะที่การไม่บ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราน้อยที่สุด

ภายหลังการปลูกผักกาดหัวเป็นเวลา 56 วัน พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรานั้นมีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อราในวัสดุปลูก กล่าวคือ การใช้เชื้อรา 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ การใช้เชื้อรา 247.10 x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูกและการใช้เชื้อรา 176.50 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21วันก่อนปลูกพืช (ตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.31) การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากกว่าปริมาณการใช้เชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อรามากที่สุด และการไม่บ่มเชื้อรามีผลให้วัสดุปลูกมีจำนวนเชื้อราน้อยที่สุด

ในด้านการเจริญเติบโตของพืช พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีอิทธิพลต่อความสูงของผักกาดหัวอายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด โดยการใช้เชื้อรา 247.10x10^{8} สปอร์ ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีความสูงมากที่สุด แต่ไม่มากกว่าการใช้เชื้อรา 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 7 วันทางสถิติ(ตารางที่ 4.16 และ ภาพที่ 4.32) การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้ผักมีความสูงมากกว่าการใช้เชื้อราปริมาณอื่นๆ และการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการบ่ม

ตารางที่ 4.15 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A 3/2-01 ในวัสดุปลูกที่คลุกเชื้อราในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ก่อนและหลังการปลูกผักกาดหัว

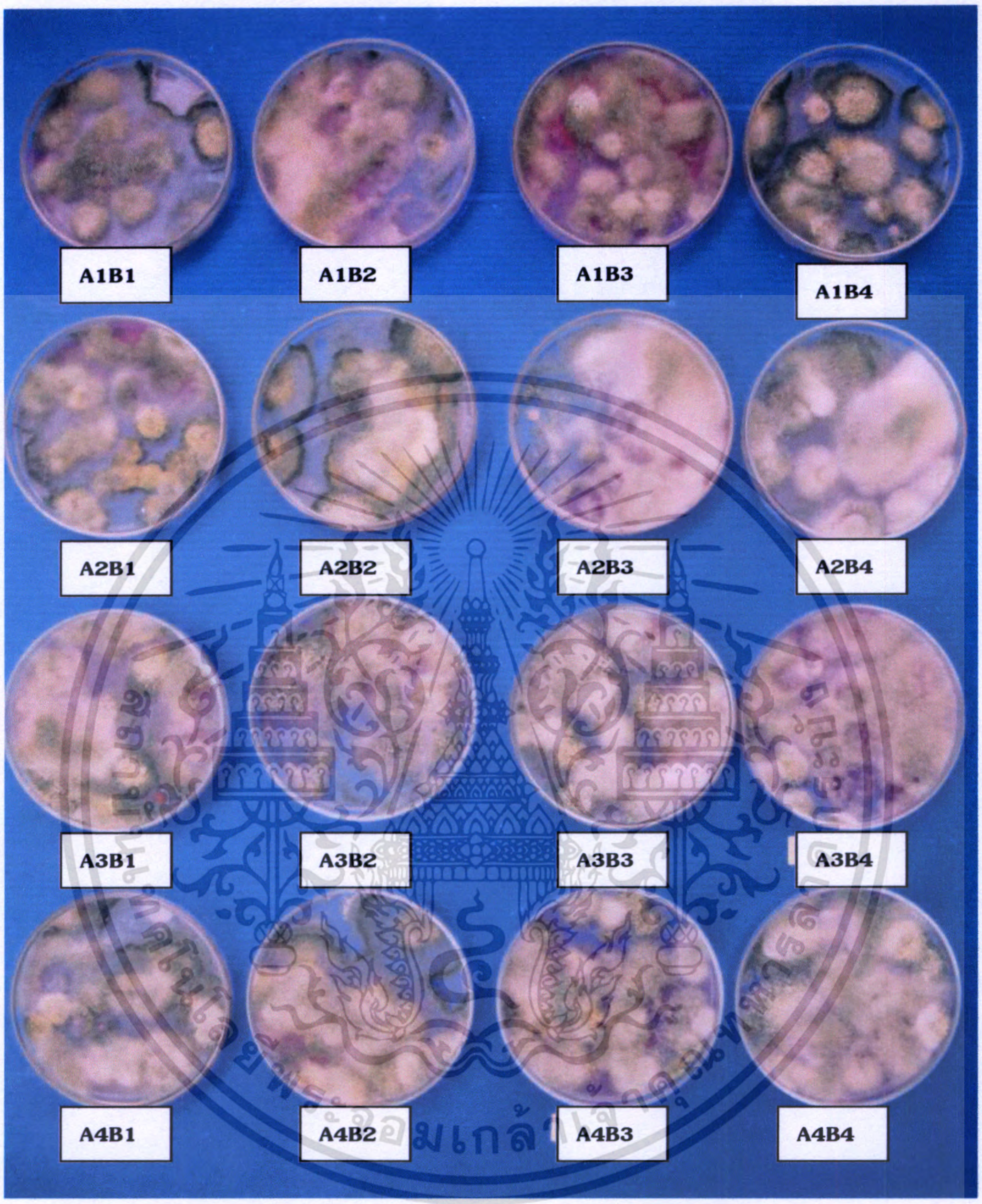
ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนปลูก(x 10^8cfu. ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม)$^{1/}$				
0	12.47$^{i\ 4/}$	15.40^{hi}	17.73^{gh}	19.00^{fgh}	16.15$^{D\ 2/}$
7	15.27^{hi}	16.60^{ghi}	18.60^{fgh}	24.73^{cd}	18.81^{C}
14	19.13^{fgh}	19.47^{efgh}	23.20^{def}	26.60^{b}	22.85^{B}
21	20.87^{defg}	23.87^{cde}	37.27^{bc}	36.33^{a}	27.27^{A}
เฉลี่ย	16.93$^{C\ 3/}$	18.83^{C}	21.88^{B}	27.43^{A}	21.27
CV (%)	9.07				
	จำนวนเชื้อราในวัสดุปลูกก่อนปลูก(x 10^8cfu. ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม)$^{1/}$				
0	10.53$^{i\ 4/}$	13.47^{ghi}	13.27^{ghi}	16.60^{defg}	13.47$^{D\ 2/}$
7	12.60^{hi}	15.67^{efgh}	19.40^{fgh}	19.33^{bcd}	15.58^{C}
14	16.93^{def}	17.73^{cdef}	18.20^{cdef}	22.00^{ab}	18.72^{B}
21	18.53^{cde}	19.60^{bcd}	21.20^{abc}	24.13^{a}	20.87^{A}
เฉลี่ย	14.65$^{C3/}$	16.72^{B}	16.85^{B}	20.52^{A}	17.16
CV (%)	8.28				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

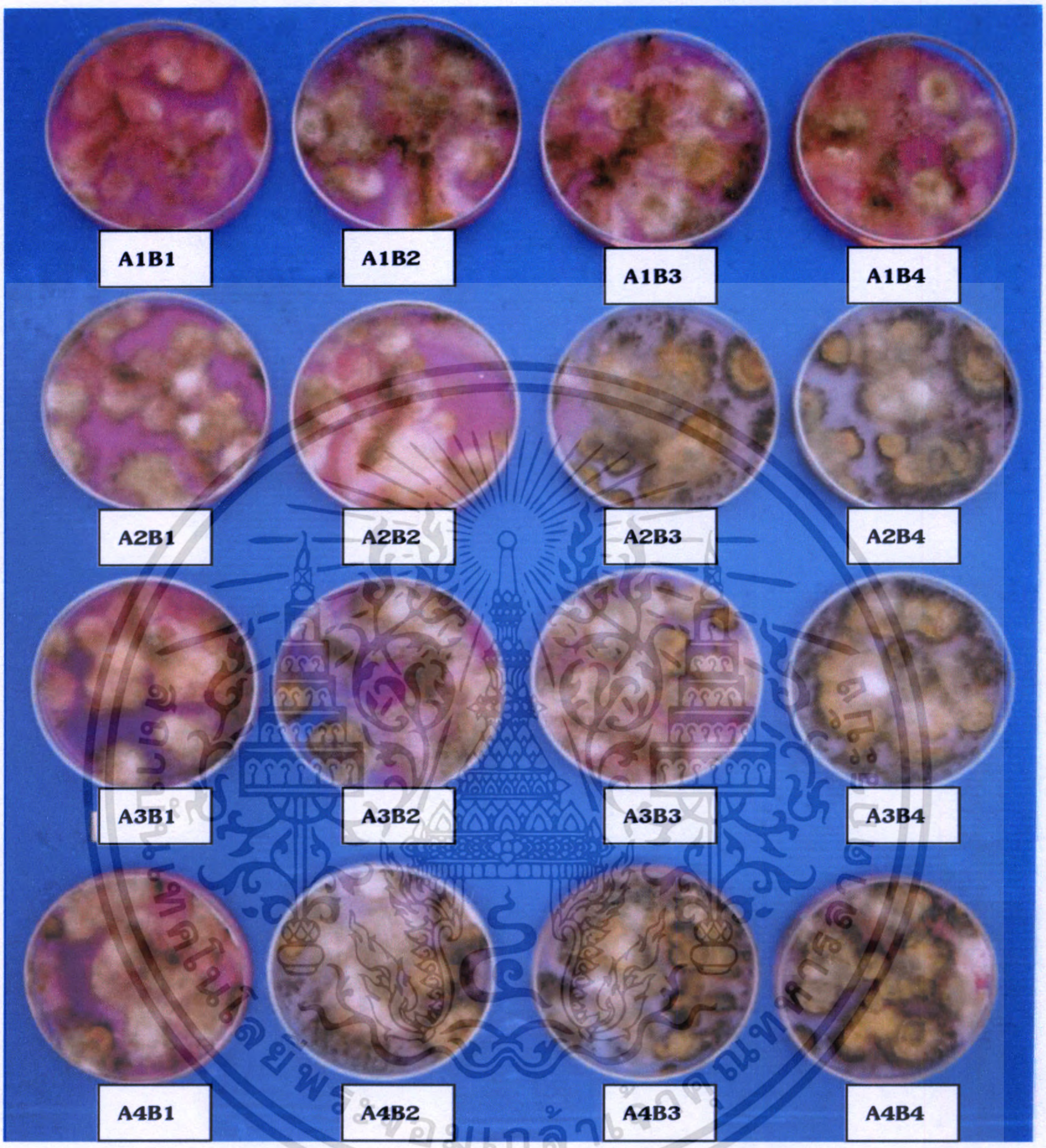
2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.30 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50 x 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) ก่อนทำการปลูกผักกาดหัว


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.31 จำนวนเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูกที่ทำการคลุกเชื้อราในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10x 10^8สปอร์/มิลิลิตร A2=176.50 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) หลังการปลูกผักกาดหัว 56 วัน

ตารางที่ 4.16 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อความสูง จำนวนใบ และพื้นที่ใบของผักกาดหัว เมื่ออายุ 56 วันหลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลา การบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^{8}สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	ความสูงของต้นอายุ 56 วัน (เซนติเมตร) $^{1/}$				
0	15.92$^{d\ 4/}$	16.25^{cd}	18.17^{bcd}	19.25^{bcd}	17.40$^{B\ 2/}$
7	17.33^{bcd}	17.67^{bcd}	20.17^{bcd}	21.58^{ab}	19.19^{B}
14	18.33^{bcd}	20.17^{bcd}	15.92^{d}	19.33^{bcd}	18.44^{B}
21	20.17^{bcd}	20.33^{bc}	20.33^{bc}	24.40^{a}	21.30^{A}
เฉลี่ย	17.94$^{B\ 3/}$	18.60^{B}	18.65^{B}	21.14^{A}	19.08
CV (%)	11.73				
	จำนวนใบ (ใบ) $^{1/}$				
0	10.17^{NS}	16.00	12.00	12.33	12.63^{NS}
7	16.83	12.00	13.50	14.96	14.32
14	11.53	13.50	11.67	13.83	12.63
21	11.67	13.83	12.50	12.17	12.54
เฉลี่ย	12.55^{NS}	13.83	12.42	13.32	13.03
CV (%)	21.24				
	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร)$^{1/}$				
0	290.83$^{d\ 4/}$	312.37^{d}	392.24^{bcd}	413.26^{bcd}	352.18$^{B\ 2/}$
7	370.69^{bcd}	344.69^{bcd}	400.97^{bcd}	422.48^{bcd}	384.71^{B}
14	339.43^{cd}	389.71^{bcd}	545.23^{ab}	476.79^{abcd}	437.79^{B}
21	482.64^{abcd}	539.54^{abc}	486.61^{abcd}	629.33^{a}	534.53^{A}
เฉลี่ย	370.90$^{B\ 3/}$	396.58^{AB}	456.26^{AB}	485.46^{A}	427.30
CV (%)	24.12				

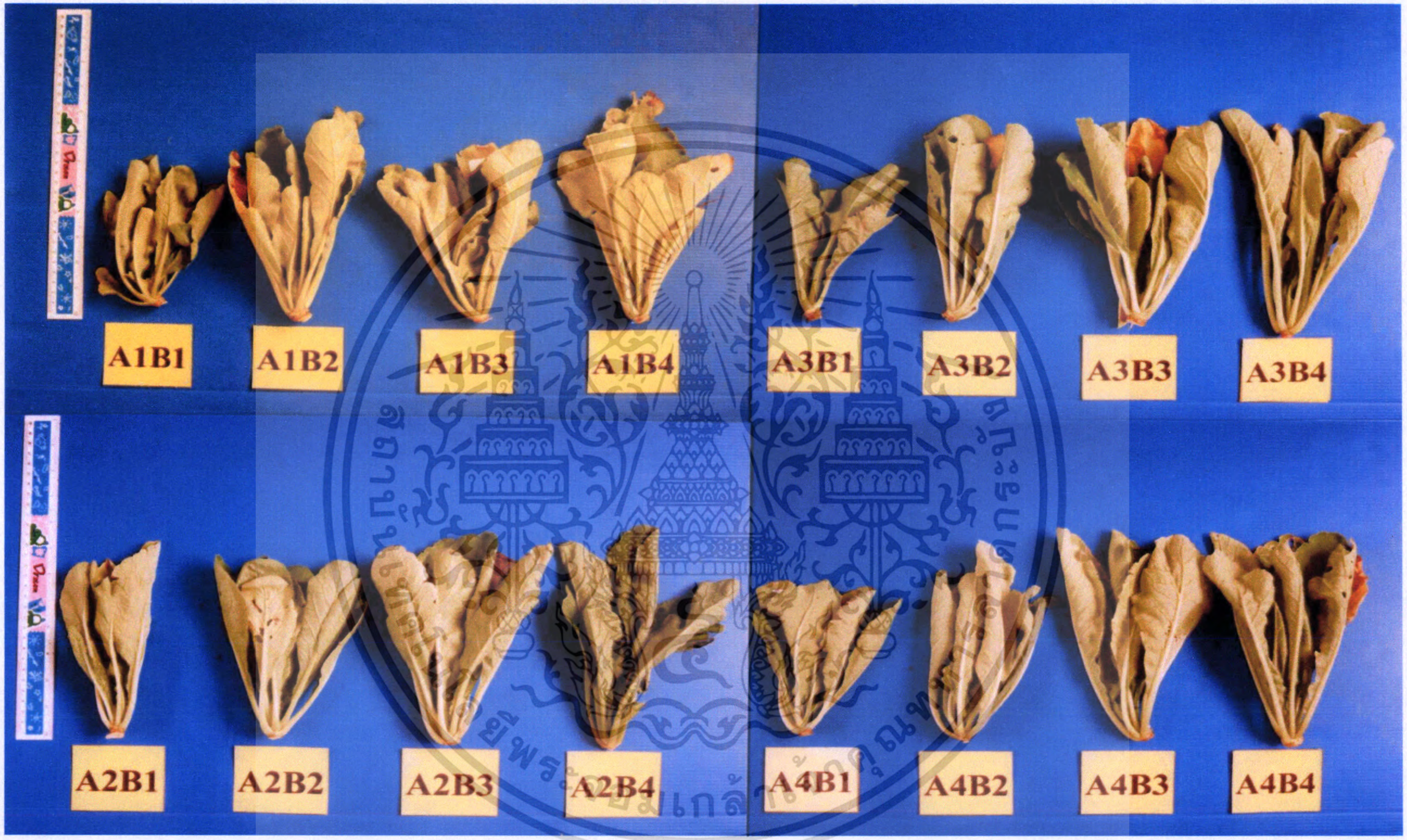
1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่า เฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.32 ผลของการการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก โดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ(A1 = 247.10x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50x10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 =105.90x10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30x10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) ต่อการเจริญเติบโตของต้นผักกาดหัว

เชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีความสูงมากกว่าการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันและการไม่บ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านจำนวนใบของผักกาดหัวพบว่าทั้งปริมาณเชื้อรา ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนใบ ในขณะที่อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อราและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีผลต่อพื้นที่ใบของผักกาดหัว กล่าวคือ การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีพื้นที่ใบมากที่สุด (ตารางที่ 4.16) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา 176.50x10^8 105.90 x 10^8 และ 35.30 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อรา 247.10 x 10^8 และ 176.50 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก การใช้เชื้อรา 247.10 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้ผักกาดหัวมีพื้นที่ใบมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 และ 105.90 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในขณะที่การบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีพื้นที่ใบมากกว่าการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันและการไม่บ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว พบว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรามีอิทธิพลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของรากผักกาดหัว โดยการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ176.50 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนการปลูกพืชมีผลให้ผักกาดหัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางรากมากที่สุด (ตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.33) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วัน และการไม่บ่มเชื้อราก่อนทำการปลูก การใช้เชื้อรา 176.50 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อรา 105.90 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก เมื่อพิจารณาเฉพาะระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่าการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 14 วันก่อนทำการปลูก ส่วนในด้านปริมาณการใช้เชื้อรา พบว่าการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรและ 176.50 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางรากมากกว่าการใช้เชื้อรา 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ 35.30 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีความยาวรากมากที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราทั้ง 4 ระดับร่วมกับการไม่บ่มเชื้อ และการใช้เชื้อราจำนวน 35.30x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 วันก่อนทำการปลูก(ตารางที่ 4.17) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้เชื้อรา พบว่าการใช้เชื้อราจำนวน

ตารางที่ 4.17 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวรากของผักกาดหัวอายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

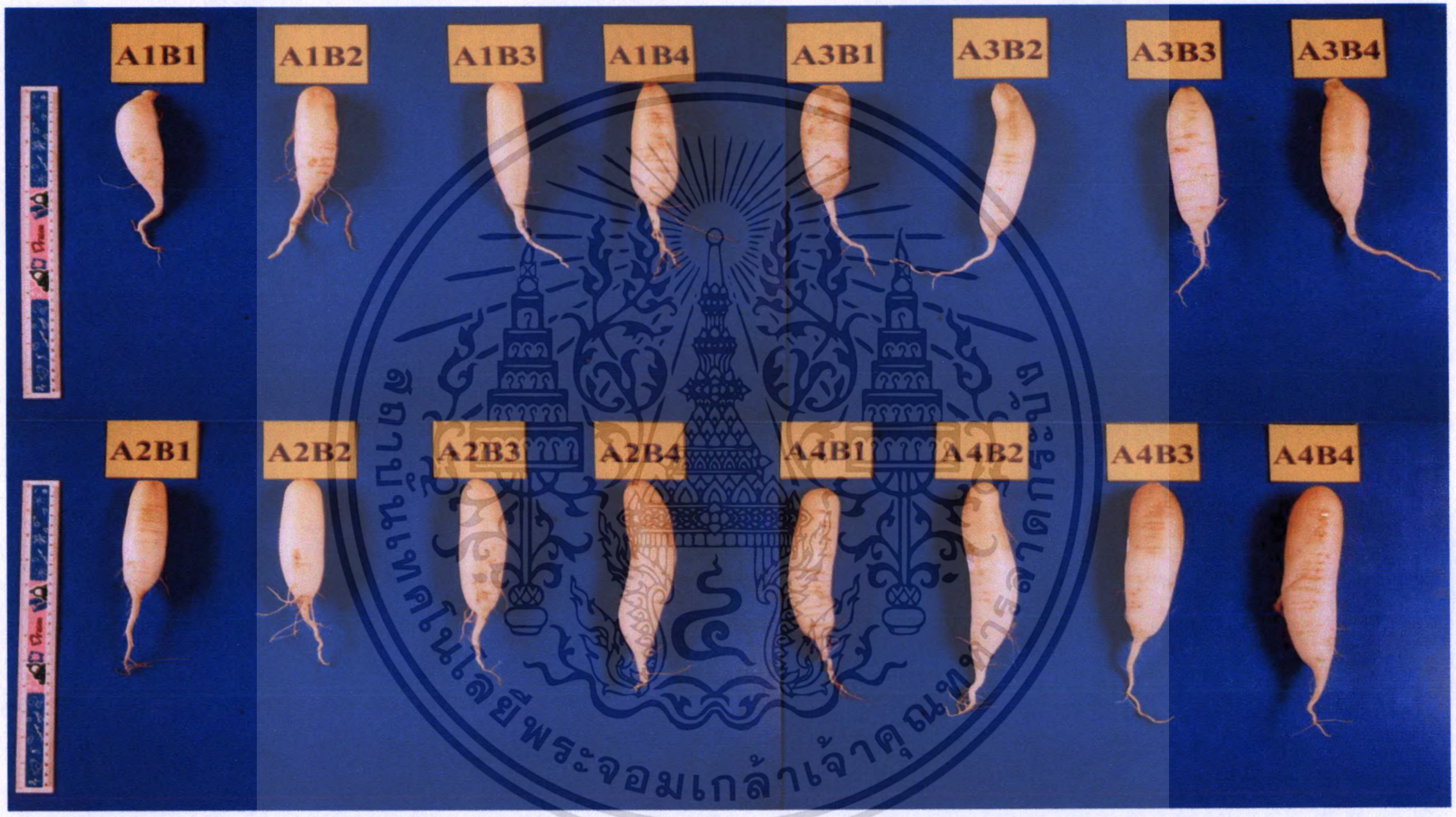
ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
	เส้นผ่าศูนย์กลางราก(เซนติเมตร)[1/]				
0	1.88^{f}[4/]	2.42^{ef}	3.16^{de}	3.56^{abcd}	2.76^{C}[1/]
7	3.12^{de}	3.31^{bcd}	3.56^{abcd}	3.21^{de}	3.30^{B}
14	3.01^{de}	3.26^{cd}	4.08^{abc}	4.10^{ab}	3.62^{AB}
21	3.09^{de}	3.68^{abcd}	4.16^{a}	4.16^{a}	3.77^{A}
เฉลี่ย	2.78^{C}[3/]	3.17^{B}	3.84^{A}	3.75^{A}	3.36
CV (%)	13.39				
	ความยาวราก (เซนติเมตร)[1/]				
0	9.83^{e}[4/]	11.50^{de}	14.67^{bcd}	13.17^{cde}	12.29^{C}[2/]
7	13.92^{bcde}	15.67^{abcd}	16.17^{abcd}	14.55^{abc}	15.58^{B}
14	15.25^{abcd}	16.92^{abc}	16.33^{abcd}	17.83^{abc}	16.58^{AB}
21	15.50^{abcd}	17.90^{abc}	18.67^{ab}	17.08^{a}	18.03^{A}
เฉลี่ย	13.63^{B}[3/]	15.50^{AB}	15.65^{A}	16.49^{A}	15.31
CV (%)	16.42				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

ภาพที่ 4.33 ผลของการการคลุกเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในวัสดุปลูก โดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 247.10 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A2=176.50 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร A3 = 105.90 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร และA4 =35.30 x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน) ต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว

247.10 x10^8 176.50 x 10^8 และ 105.90 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรมีผลให้ความยาวรากผักกาดหัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนระยะเวลาการบ่มเชื้อรา พบว่า การบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีความยาวรากมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนการปลูกพืช

ในด้านน้ำหนักสดของผักกาดหัวพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อราร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีอิทธิพลต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวม โดยการใช้เชื้อรา 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้น้ำหนักสดต้นมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราระดับอื่นๆร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อรา 176.50x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก(ตารางที่ 4.18) เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่า การบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดต้นมากกว่าการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วัน และการไม่บ่มเชื้อราก่อนทำการปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณการใช้เชื้อราทั้ง 4 ระดับมีผลให้น้ำหนักสดต้นเพิ่มขึ้นแม้จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติก็ตาม ส่วนในด้านน้ำหนักสดราก พบว่า การใช้เชื้อรา 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อรา 176.50x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก และเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้เชื้อรา พบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 176.50x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การบ่มเชื้อรา 7 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน สำหรับในด้านน้ำหนักสดรวมของผักกาดหัว พบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราจำนวน 14 วันก่อนทำการปลูก การใช้เชื้อราจำนวน 176.50 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อราจำนวน 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วัน เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้เชื้อรา พบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 176.50x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ปริมาณเชื้อรา 176.50x10^8 และ 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อราจำนวน 35.30x10^8สปอร์ต่อมิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อพิจารณาเฉพาะระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่า น้ำหนักสดรวมของผักกาดหัว จากการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 14 และ21 วันก่อนทำการปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การบ่มเชื้อรา 21วันก่อนปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดรวมมากกว่าการไม่บ่มเชื้อราและการบ่มเชื้อราเพียง 7 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.18 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักสดต้น น้ำหนักสดรากและน้ำหนักสดรวมของผักกาดหัว อายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลา การบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
		น้ำหนักสดต้น (กรัม)$^{1/}$			
0	$23.33^{e\ 4/}$	25.00^{de}	29.50^{bcde}	32.50^{bcde}	$27.58^{B\ 2/}$
7	31.67^{bcde}	27.50^{cde}	30.83^{bcde}	33.33^{bcde}	30.83^{B}
14	26.67^{cde}	30.00^{bcde}	42.50^{abc}	35.83^{bcde}	33.75^{B}
21	38.33^{abcde}	45.00^{ab}	40.83^{abcd}	53.33^{a}	44.38^{A}
เฉลี่ย	30.00^{NS}	31.88	35.92	38.75	34.14
CV (%)	25.58				
		น้ำหนักสดราก (กรัม)$^{1/}$			
0	$16.67^{f\ 4/}$	30.00^{ef}	67.17^{cdef}	81.67^{bcdef}	$43.38^{B\ 2/}$
7	70.83^{cdef}	105.00^{abcde}	105.00^{abcde}	85.00^{bcdef}	91.46^{A}
14	70.03^{cdef}	96.67^{abcde}	144.17^{abc}	159.17^{ab}	117.05^{A}
21	61.67^{def}	134.17^{abcd}	125.83^{abcd}	165.00^{a}	121.67^{A}
เฉลี่ย	$54.79^{B\ 3/}$	91.49^{A}	111.04^{A}	122.70^{A}	93.39
CV (%)	42.32				
		น้ำหนักสดรวม (กรัม)$^{1/}$			
0	$40.00^{d\ 4/}$	55.00^{cd}	98.33^{bcd}	114.17^{bcd}	$76.88^{C\ 2/}$
7	102.50^{bcd}	119.17^{bcd}	135.83^{abc}	118.33^{bcd}	118.96^{B}
14	97.50^{bcd}	126.67^{bcd}	178.33^{ab}	149.33^{ab}	137.96^{AB}
21	100.00^{bcd}	179.17^{ab}	166.67^{ab}	218.33^{a}	166.04^{A}
เฉลี่ย	$85.00^{B3/}$	120.00^{AB}	144.79^{A}	150.04^{A}	99.96
CV (%)	36.56				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในด้านน้ำหนักแห้งของผักกาดหัว พบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้เชื้อรากับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีอิทธิพลต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวม โดยการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 และ 21 วัน ก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อราจำนวน 105.90 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก(ตารางที่ 4.19) เมื่อพิจารณาเฉพาะระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่า การบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าการไม่บ่มเชื้อราและการบ่มเชื้อราเพียง 7 วันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อราทั้ง 4 ระดับมีผลให้น้ำหนักแห้งต้นผักกาดหัวเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรากมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราจำนวน 14 วันก่อนทำการปลูก การใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อราจำนวน 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้เชื้อราเพียงปัจจัยเดียว พบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้น้ำหนักแห้งรากของผักกาดหัวมากที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในขณะที่การใช้เชื้อราจำนวน 35.30x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรากน้อยที่สุดซึ่งน้อยกว่าการใช้เชื้อราจำนวน 1076.50x10^8 และ 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาเฉพาะระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่า การบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรากมากกว่าการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการใช้ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก นอกจากนั้นยังพบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก การใช้เชื้อราจำนวน 176.50 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 14 และ 21 วันก่อนทำการปลูก และการใช้เชื้อรา 105.90 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้เชื้อราเพียงปัจจัยเดียวพบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่มากกว่าการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรทางสถิติ ส่วนด้านระยะเวลาในการบ่มเชื้อราพบว่า การบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูกนั้น มีผลให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักแห้งรวมมากกว่าการใช้ระยะเวลาการบ่มเชื้อระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นการใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา 14 วันก่อนทำการปลูก

ตารางที่ 4.19 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก และน้ำหนักแห้งรวมของผักกาดหัว อายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด

ระยะเวลา การบ่มเชื้อรา(วัน)	จำนวนเชื้อรา (x 10^8สปอร์/มิลลิลิตร)				เฉลี่ย
	35.30	105.90	176.50	247.10	
		น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)$^{1/}$			
0	$2.26^{\text{c 4/}}$	2.64^{bc}	2.83^{bc}	2.80^{bc}	$2.63^{\text{B 2/}}$
7	2.84^{bc}	2.58^{bc}	2.82^{bc}	2.99^{bc}	2.81^{B}
14	2.58^{bc}	3.21^{bc}	4.02^{ab}	3.25^{bc}	3.26^{AB}
21	3.16^{bc}	4.15^{ab}	3.42^{abc}	4.80^{a}	3.88^{A}
เฉลี่ย	2.71^{NS}	3.15	3.27	3.45	3.14
CV (%)	25.69				
		น้ำหนักแห้งราก (กรัม)$^{1/}$			
0	$1.06^{\text{e 4/}}$	2.27^{de}	4.94^{bcde}	4.31^{cde}	$3.14^{\text{C 2/}}$
7	4.15^{cde}	5.09^{bcde}	5.84^{abcd}	4.76^{bcde}	4.96^{BC}
14	4.22^{cde}	5.76^{abcd}	8.68^{ab}	7.86^{abc}	6.62^{AB}
21	3.96^{cde}	7.54^{abc}	7.05^{abc}	9.89^{a}	7.11^{A}
เฉลี่ย	$3.35^{\text{B 3/}}$	5.16^{AB}	6.62^{A}	6.70^{A}	5.45
CV (%)	40.66				
		น้ำหนักแห้งรวม (กรัม)$^{1/}$			
0	$3.57^{\text{d 4/}}$	4.91^{cd}	7.76^{bcd}	7.24^{bcd}	$5.87^{\text{C 2/}}$
7	6.99^{bcd}	7.67^{bcd}	7.67^{bcd}	7.74^{bcd}	7.77^{BC}
14	6.79^{bcd}	8.95^{bcd}	10.28^{abc}	11.11^{ab}	9.29^{AB}
21	7.12^{bcd}	9.57^{abc}	10.47^{ab}	14.75^{a}	10.48^{A}
เฉลี่ย	$6.11^{\text{B 3/}}$	7.78^{AB}	9.90^{A}	10.20^{A}	8.35
CV (%)	33.90				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบDMRT($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่า เฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

NS ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4.4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 กับรากพืช

4.4.1 การศึกษาการครอบครองรากพืชของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01

จากการศึกษาพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อมีอิทธิพลต่อการครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 กล่าวคือ การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วัน มีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งมากที่สุด (ตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.34) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก หรือการใช้เชื้อราจำนวน 176.50x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้เชื้อราเพียงปัจจัยเดียว พบว่า การใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งมากกว่าปริมาณการใช้เชื้อราระดับอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนระยะเวลาการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้เชื้อราครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก ในขณะที่การไม่บ่มเชื้อรามีผลให้เชื้อราครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งได้น้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก

นอกจากนั้นยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีผลต่อการครอบครองรากผักกาดหัว โดยการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 และ 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากผักกาดหัวมากที่สุด (ตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.35) และมีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อรา 35.30x10^8 105.90x10^8 และ 176.50x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการไม่บ่มเชื้อรา เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้เชื้อราเพียงปัจจัยเดียวพบว่าการใช้เชื้อราจำนวน 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากผักกาดหัวมากที่สุด แต่ไม่มากกว่าการใช้เชื้อราจำนวน 176.50 x10^8 และ 105.90 x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรทางสถิติ ในขณะที่การใช้เชื้อราจำนวน 35.30x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากผักกาดหัวน้อยที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการใช้เชื้อราจำนวน 105.90x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สำหรับระยะในการบ่มเชื้อราพบว่า การบ่มเชื้อราเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการปลูก มีผลให้เชื้อราครอบครองรากผักกาดหัวได้มากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการบ่มเชื้อรา 7 และ 14 วันก่อนทำการปลูก แต่มีการครอบครองรากผักกาดหัวได้มากกว่าการไม่บ่มเชื้อราก่อนปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.20 ผลของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อราต่อการครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัวของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01

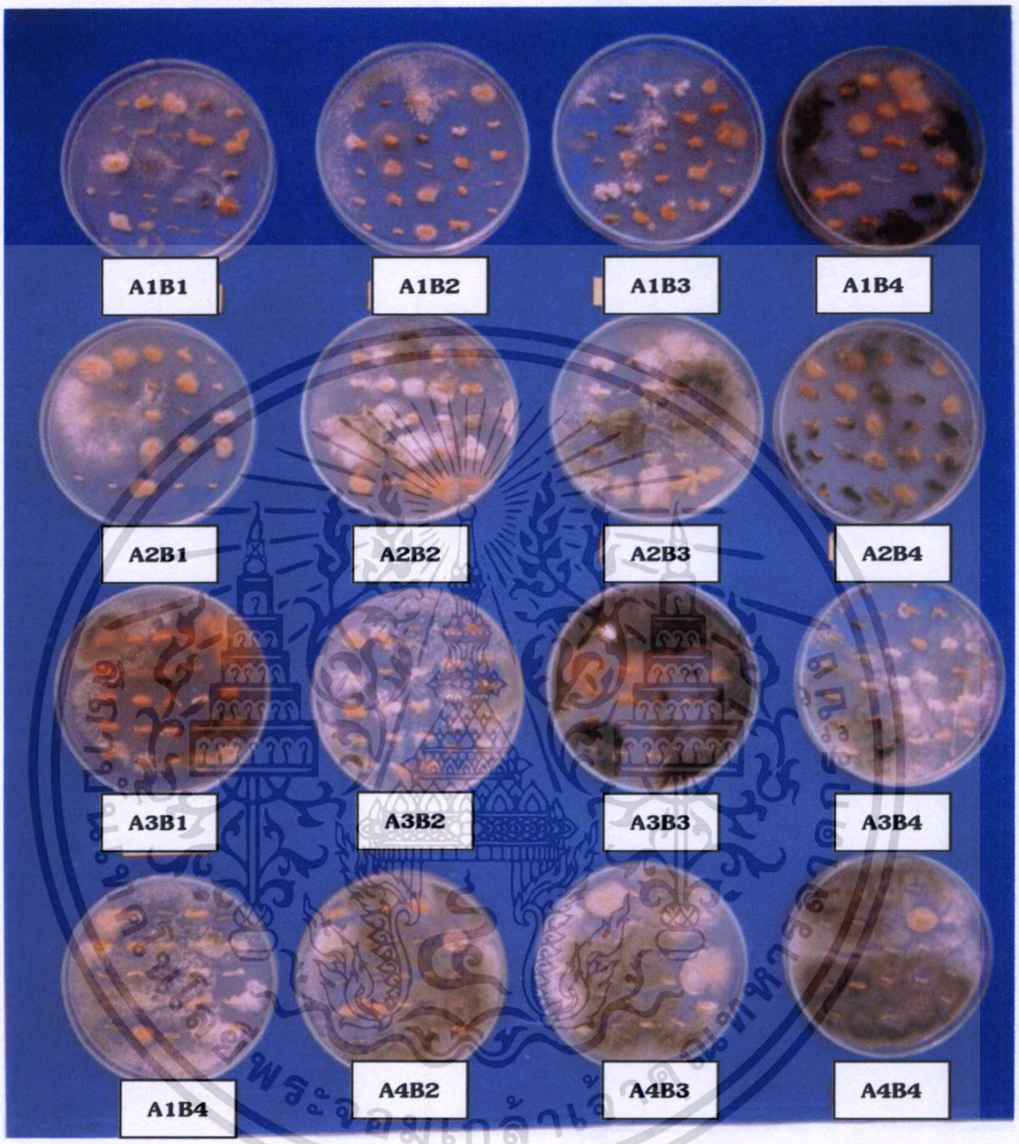
ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา(วัน)	ปริมาณการใช้เชื้อรา (จานเลี้ยงเชื้อ)				เฉลี่ย
	1	3	5	7	
	การครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้ง (%)[1/]				
0	16.88^{e}[4/]	21.38^{cde}	25.79^{cde}	32.89^{bcd}	24.24^{B}[2/]
7	17.77^{de}	22.23^{cde}	26.23^{cde}	41.32^{ab}	26.89^{AB}
14	18.21^{cde}	27.01^{cde}	27.12^{cde}	43.99^{ab}	29.08^{AB}
21	20.36^{cde}	27.11^{cde}	35.12^{abc}	47.57^{a}	32.54^{A}
เฉลี่ย	18.31^{C}[3/]	24.43^{BC}	28.56^{B}	41.44^{A}	
CV (%)	20.80				
	การครอบครองรากผักกาดหัว (%)[1/]				
0	24.67^{d}[4/]	27.33^{cd}	34.67^{bcd}	42.00^{abcd}	32.17^{B}[2/]
7	36.33^{abcd}	44.67^{abcd}	46.00^{abcd}	42.67^{abcd}	42.17^{A}
14	38.00^{abcd}	41.33^{abcd}	51.33^{ab}	57.33^{ab}	47.00^{A}
21	37.33^{abcd}	58.00^{a}	49.33^{abc}	58.00^{a}	50.67^{A}
เฉลี่ย	33.83^{B}[3/]	42.83^{AB}	45.33^{A}	50.00^{A}	
CV (%)	20.13				

1/ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ

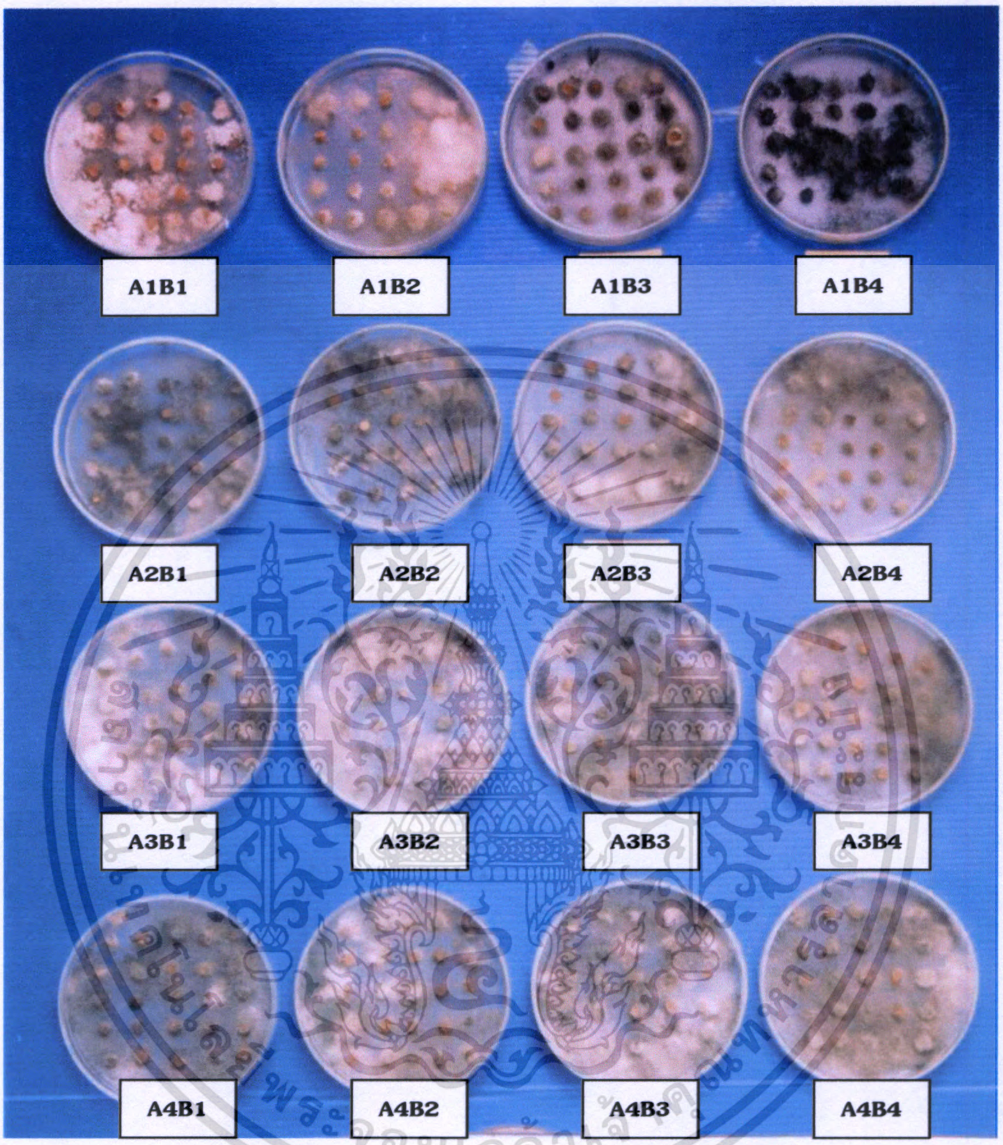
2/ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

3/ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีตัวอักษรตัวใหญ่เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)

4/ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรตัวเล็กเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ DMRT ($P \leq 0.05$)


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A1B4
A4B2
A4B3
A4B4

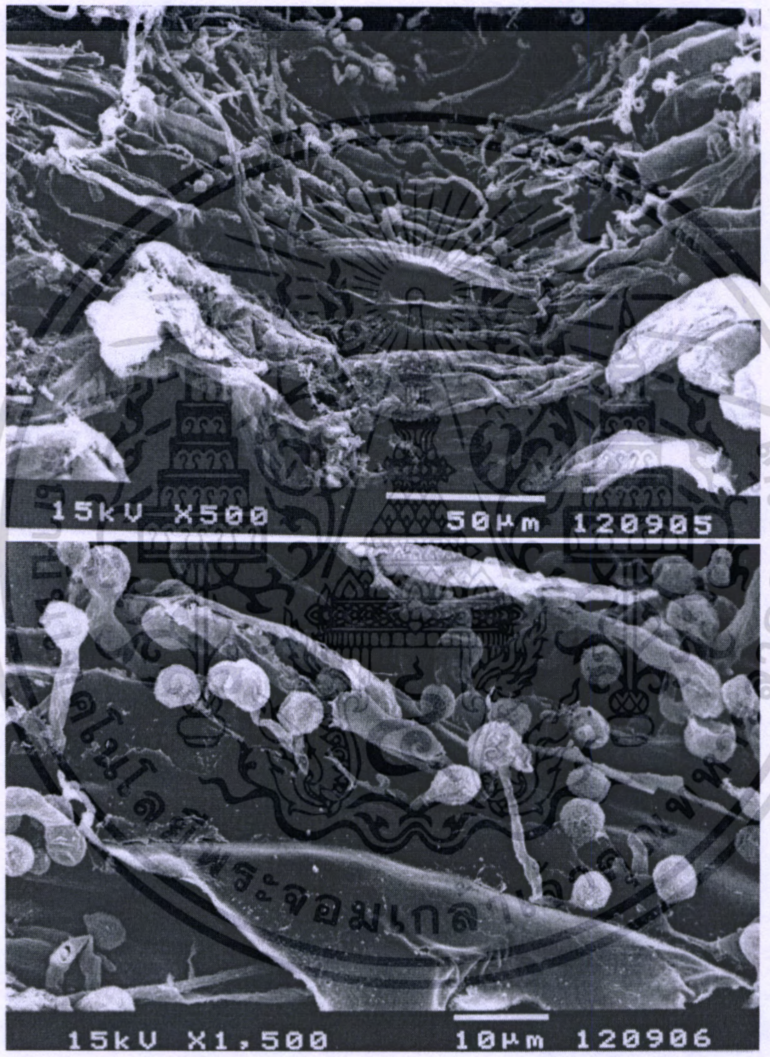
ภาพที่ 4.34 การครอบครองรากผักกาดเขียวกวางตุ้งอายุ 35 วันจากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 35.30x10^{8}สปอร์ต่อมิลลิลิตร A2= 105.90x10^{8}สปอร์ต่อมิลลิลิตรA3 = 176.50x10^{8}สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ A4 = 247.10x10^{8}สปอร์ต่อมิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อราในวัสดุปลูกแตกต่างกัน 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน)


A1B1
A1B2
A1B3
A1B4
A2B1
A2B2
A2B3
A2B4
A3B1
A3B2
A3B3
A3B4
A4B1
A4B2
A4B3
A4B4

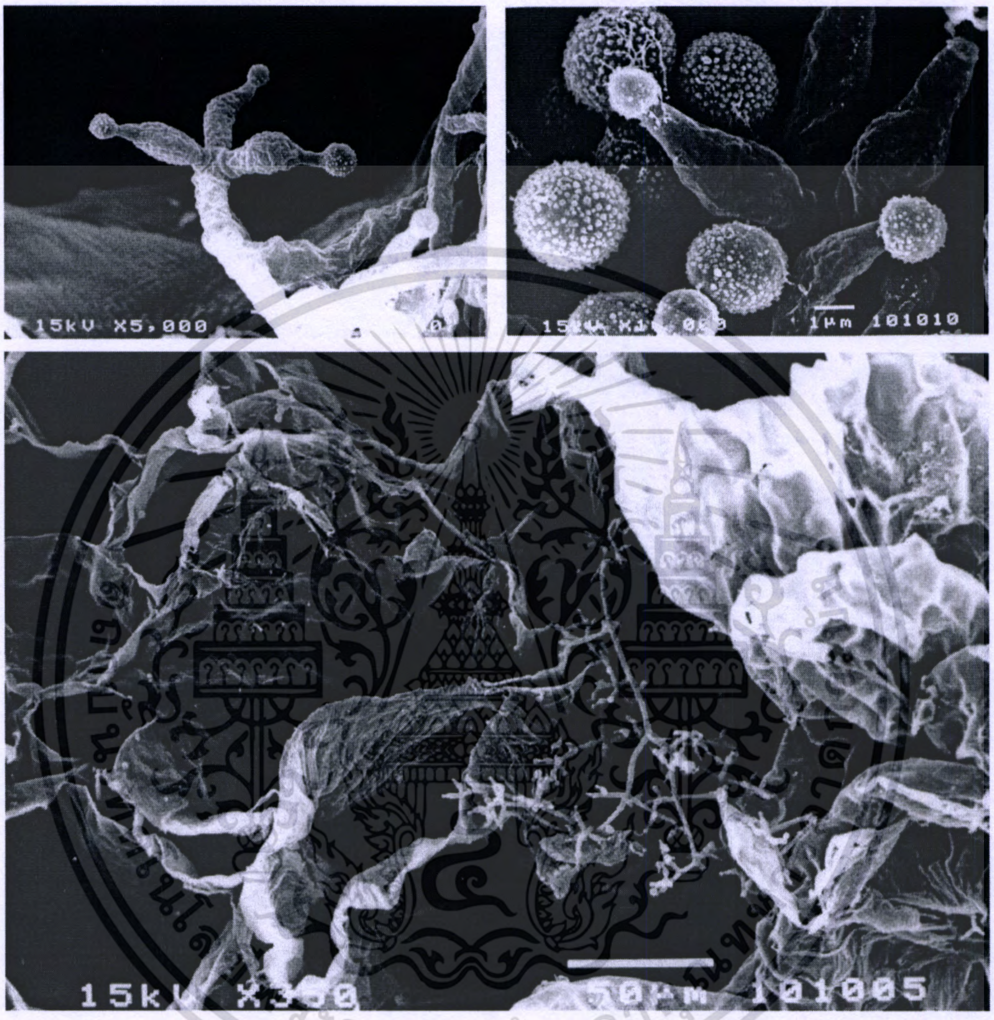
ภาพที่ 4.35 การครอบครองรากผักกาดหัวอายุ 56วันจากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ (A1 = 35.30x10^8สปอร์ต่อมิลลิลิตร A2= 105.90x10^8สปอร์ต่อมิลลิลิตร A3 = 176.50x10^8สปอร์ต่อมิลลิลิตร และA4 = 247.10 x10^8สปอร์ต่อมิลลิลิตร) ร่วมกับระยะเวลาในการบ่มเชื้อราในวัสดุปลูก แตกต่างกัน 4 ระยะเวลา (B1 = 0 วัน B2 = 7 วัน B3 = 14 วัน และ B4 = 21 วัน)

7.4.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราและรากพืชภายใต้กล้อง Scanning Electron Microscope

จากการนำชิ้นส่วนรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ไปศึกษาด้วยกล้อง scanning electron microscope พบเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เจริญอยู่ภายในรากผักกาดเขียวกวางตุ้งและรากผักกาดหัว ดังแสดงในภาพที่ 4.36 และ 4.37



ภาพที่ 4.36 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A 3/2-01 ภายในรากผักกาดเขียวกวางตุ้ง อายุ 35 วันหลังเพาะเมล็ด (ภาพบน คือ เส้นใยของเชื้อราภายในรากพืช ภาพล่าง คือ philide และ conidia ของเชื้อราภายในรากพืช)


15kV X5,000
1µm 101010
15kV X350
50µm 101005

ภาพที่ 4.37 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A 3/2-01 ภายในรากผักกาดหัว อายุ 56 วัน หลังเพาะเมล็ด (ภาพบนซ้าย คือ phialideของเชื้อราภายในรากพืช ภาพบนขวา คือ conidia ของเชื้อราภายในรากพืช ภาพล่าง คือ เส้นใยของเชื้อราภายในรากพืช)

บทที่ 5

การวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ พบว่า สามารถระบุชนิดของเชื้อรา ได้ 6 ชนิด คือ *T. harzianum* สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 SN.No.1 A3/2-01 และ 0110B *T. koningii* สายพันธุ์ S.No.1 0110A และ 0301 *T. hamatum* สายพันธุ์ A10/1-02 B5-01 No.1 B7-02 และ FC-02 *T. polysporum* สายพันธุ์ 0203 *T. reesei* สายพันธุ์ 11A04A *T. viride* สายพันธุ์ 03I0201 0103 และ No.16 โดยอ้างอิงตามการจัดจำแนกของ Domsch *et al.* (1980) ซึ่งมีการจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ไว้ 11 ชนิด

จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้งในวัสดุปลูกที่คลุกด้วยเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Windham *et al.*(1986) Ousley *et al.*(1994b) Phuwiwat and Soytong (1999) และ Zheng and Shetty (2000) ซึ่งรายงานว่าการใช้เชื้อรา *T. harzianum* คลุกลงในวัสดุปลูกมีผลให้ผักกาดหัว ถั่วลันเตา เวอร์บีน่า พิทูเนีย มะเขือเทศและยาสูบมีการเจริญเติบโตดีขึ้น การใช้ *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งรวมมากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อรา ยกเว้นการใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 ในขณะที่ การใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีความสูงและน้ำหนักสดรากมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใช้เชื้อรา นอกจากนั้นยังพบว่า การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งและการเจริญเติบโตของผักกาดหัว ซึ่งคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของ Chang *et al.* (1986) Windham *et al.* (1986) และ Ousley *et al.* (1994 a) ซึ่งรายงานว่า *Trichoderma* spp. แต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมที่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้แตกต่างกัน ซึ่งปาริชาติ นิยม (2542) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ B5-01 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของคะน้าได้ดีที่สุด ในขณะที่ อรุณี ปีทนงค์ (2542) รายงานว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 0301 2801 FC-02 A3/2-01 และ SN.No.1มีผลให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น

นอกจากนั้นยังพบว่า ปฏิสัมพันธ์ของปริมาณและระยะเวลาการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว โดยการใช้เชื้อรา 247.10x10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันมีแนวโน้มให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตได้มากกว่าการใช้เชื้อราปริมาณเท่ากันหรือน้อยกว่าร่วมกับการบ่มเชื้อราระยะอื่นๆ ตลอดจนมีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากพืชได้เพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มปริมาณเชื้อ

มีผลให้ความสูง น้ำหนักสดต้นผักกาดเขียวกวางตุ้ง และการเจริญเติบโตของผักกาดหัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นในด้านจำนวนใบ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Phuwiwat and Soytong (1999) ซึ่งรายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzainum* สายพันธุ์ PC01 จำนวน $53x10^8$ สปอร์ต่อกระถาง ลงในวัสดุปลูกมีผลให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตมากกว่าการใช้เชื้อราจำนวนน้อยกว่าหรือการไม่ใช้เชื้อรา ในขณะที่ Phuwiwat *et al.* (2001) รายงานว่า การใช้เชื้อรา *T. harzainum* สายพันธุ์ PC01 จำนวน $5x10^9$ และ $10x10^9$ โคนิเดียต่อมิลลิลิตรคลุกลงในวัสดุปลูก มีผลให้ผักกาดหัวมีการเจริญเติบโตมากกว่าการใช้เชื้อราความเข้มข้นอื่นๆ สำหรับระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา พบว่าการเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อรามีผลให้ความสูง น้ำหนักสดต้นผักกาดเขียวกวางตุ้ง และการเจริญเติบโตของผักกาดหัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นในด้านจำนวนใบ โดยการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูกพืชมีผลให้พืชมีการเจริญเติบโตมากที่สุด ซึ่งคล้ายคลึงกับรายงานของ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ(2544ก) ซึ่งรายงานการว่า การบ่มเชื้อรานาน 7 14 และ 21 วันก่อนการปลูก มีผลทำให้ผักกาดหัวมีความยาวราก น้ำหนักสดรวม และน้ำหนักแห้งรวมมากกว่าการไม่ใช้เชื้อรา ในขณะที่การบ่มเชื้อรานาน 7 และ 14 วันทำให้ผักกาดหัวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดรวม และน้ำหนักแห้งรวมมากกว่าการบ่มเชื้อรานาน 21 วัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างในด้านความต้องการปัจจัยทางสภาพแวดล้อมของเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเชื้อรา *T. harzianum* แต่ละสายพันธุ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นรูปแบบของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเชื้อราแต่ละสายพันธุ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Baker *et al.* 1984 ; Chang *et al.* 1986 ; Ondrejova and Prokinova. 1990 ; Lynch *et al.* 1991 ; Ousley *et al.* 1994a)

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ พบว่าสามารถระบุชนิดของเชื้อรา ตามวิธีการจำแนกของ Domsch *et al.* (1980) ได้ 6 ชนิด คือ

1. *T. harzianum* สายพันธุ์ 0101 2801 Lab.5 SN.No.1 A3/2-01 และ 0110B
2. *T. koningii* สายพันธุ์ S.No.1 0110A และ 0301
3. *T. hamatum* สายพันธุ์ A10/1-02 B5-01 No.1 B7-02 และ FC-02
4. *T. polysporum* สายพันธุ์ 0203
5. *T. reesei* สายพันธุ์ 11A04A
6. *T. viride* สายพันธุ์ 03I0201 0103 และ No.16

การทดสอบและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ปรากฏว่า *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 มีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีพื้นที่ใบ น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักสดรวมมากกว่าการใช้เชื้อราสายพันธุ์อื่นและการไม่ใช้เชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีผลให้ผักกาดเขียวกวางตุ้งมีน้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักแห้งรวมมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากการใช้เชื้อรา *T. hamatum* สายพันธุ์ FC-02 และการไม่ใช้เชื้อราทางสถิติ ในขณะที่การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 19 สายพันธุ์ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งและการเจริญเติบโตของผักกาดหัวในทางสถิติ ดังนั้นจึงคัดเลือกเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เพื่อศึกษาผลของปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราที่มีต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อไป

ซึ่งผลการศึกษาปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัว ปรากฏว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและระยะเวลาในการบ่มเชื้อราไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง ในขณะที่การใช้เชื้อราจำนวน 247.10 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูกมีผลให้ผักกาดหัวเจริญเติบโตดีที่สุด การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อราหรือการเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อรามีผลให้ความสูงและน้ำหนักสดต้นผักกาดเขียวกวางตุ้ง และการเจริญเติบโตของผักกาดหัวมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยแตกต่างจากการใช้เชื้อรา 35.30 x 10^8 สปอร์ต่อมิลลิลิตร หรือการไม่บ่มเชื้อราก่อนปลูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในด้านจำนวนใบของพืช

นอกจากนั้นยังพบว่าการใช้เชื้อรา 247.10x10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรร่วมกับการบ่มเชื้อรา 21 วันก่อนปลูกมีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากพืชได้มากที่สุด การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเชื้อราก่อนปลูกมีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากพืชได้มากกว่าการไม่บ่มเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อรามีผลให้เชื้อรามีการครอบครองรากพืชได้สูงขึ้น โดยการใช้เชื้อรา 247.10 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีการครอบครองรากพืชได้มากกว่าการใช้เชื้อรา 35.30 x 10^{8} สปอร์ต่อมิลลิลิตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อนำชิ้นส่วนรากของผักกาดเขียวกวางตุ้งและผักกาดหัวจากการปลูกโดยใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 คลุกในวัสดุปลูก มาศึกษาด้วยกล้อง scanning electron microscope พบเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เจริญแทรกอยู่ภายในรากพืช

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาและคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิดให้กว้างขวางมากขึ้น

2. ควรมีการขยายผลการวิจัยโดยการนำเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ไปใช้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ ปรับปรุงรูปแบบของการใช้เชื้อรา และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชและเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 เพื่อให้เชื้อรามีประสิทธิภาพมากที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ

บรรณานุกรม

กรุณา ทาศรี. 2539. "การศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma* spp. และ *Chaetomium* spp. ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า." ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2529. **ดินและน้ำเพื่อการเกษตร**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

จิระเดช แจ่มสว่าง และคณะ. 2542. "ไตรโครเดอร์มาชนิดเม็ด(KUN-1) : คุณภาพและประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของถั่วฝักยาวที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*." หน้า 153 – 158. ใน **การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่** 4. ชลบุรี : สมาคมอารักขาพืชไทย.

ชัชวาล ไชยมาก และไพบูลย์ ภูศรี. 2539. "การศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma* spp. และ *Chaetomium* spp. ต่อการเจริญเติบโตของคื่นฉ่าย." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นภา โล่ห์ทอง. 2537. "จุลินทรีย์:ความสำคัญต่อโลกและมนุษยชาติ." **วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. 12(2) : 93-100.

นิวัติ เรืองพานิช. 2542. **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ: ลินคอร์นโปรโมชั่น.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532. **จุลชีววิทยา**. เล่มที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าท์.

ปิยะวดี เลาหะกุลไพศาล. 2539. "ผลของวัสดุปลูกและ *Trichoderma harzianum* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า." ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปาริชาติ นิยม. 2542. "การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของคะน้า." ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรพรรณ อู่สุวรรณ และ เกษม สร้อยทอง. 2541. "การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* โดยชีววิธี." หน้า 862. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่** 24. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

พินิต สดสะอาด และ เกษม สร้อยทอง. 2541. "การควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของพริกไทยโดยชีววิธีในสภาพไร่." หน้า 858-859. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิไลพรรณ พงษ์พูล. 2525. **ราวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าท์.

วิชุดา ศิริบูรณ์. 2540. “ผลของวัสดุปลูกและ *Trichoderma puriferum* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักบุ้งจีน.” ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และเกษม สร้อยทอง. 2541. “ผลการใช้เชื้อรา *Trichoderma hamatum* ต่อการเจริญเติบโตของรากผักกาดหัว”. หน้า 888-889. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ. 2544ก. “อิทธิพลของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ PC01 และอัตราส่วนของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน.” หน้า 262-267. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ. 2544ข. “ผลของระดับ pH และระยะเวลาบ่มเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ PC01 ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหัว.” หน้า 47. ใน **การประชุมทางวิชาการ มมส. ครั้งที่ 1**. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2542. **เอกสารการสอนชุดวิชาการจัดการศัตรูพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุภัทรา จิตรเกษมสุข และ เกษม สร้อยทอง. 2545. "การใช้จุลินทรีย์ต่อต้านในการควบคุมโรคของสละโดยชีววิธี." หน้า 29-30. ใน **รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของประเทศไทย ครั้งที่ 3**. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุภัทรา เจริญศิลป์. 2540. “ผลของวัสดุปลูกและ *Trichoderma hamatum* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักบุ้งจีน.” ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรชาติ รัตนกิจ. 2540. “ผลของวัสดุปลูกและ *Trichoderma koningii* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักบุ้งจีน.” ปัญญาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุรางค์ พรอนันต์. 2539. “การศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา *Chaetomium* spp. และ *Trichoderma* spp. ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดเขียวกวางตุ้ง.” ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เสริมสิน ศิริวัฒนา. 2539ก. **ไมคอลโลยีทั่วไป**. กรุงเทพ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เสริมสิน ศิริวัฒนา. 2539ข. **ฟันไจและพืช**. กรุงเทพ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อรุณี ปีทนงค์. 2542. “การคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของดาวเรือง.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อวบ สารถ้อย. 2540. **เทคโนโลยีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Baker R. *et al.* 1984. “The Controlled Experiment in the Scientific Method with Special Emphasis in Biological Control.” **Phytopathology** 74: 1019 – 1021.

Barros, S.T. *et al.* 1995. “*Trichoderma* spp. in the Biological Control of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Mang.) Agent of the Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Anthracnose.” **Bolatin Mycologico** 10(1-2) : 5-11

Cassiolato, A.M.R. *et al.* 1996. “ Promotion of Growth in Lettuce Plants by *Trichoderma harzianum*.” **Revista de Agricultura Piracicaba** 71 (1) ; 55-65.

Chang, Y.C. *et al.* 1986. “ Increased Growth of Plants in the Presence of the Biological Control Agent *Trichoderma harzianum*.” **Plant Disease** 70 : 145-148.

Domsch, K.H. *et al.* 1980. **Compendium of Soil Fungi**. New York : Academic Press.

Fox, R.T.V. *et al.* 1994. “Use of Antagonistic Fungi to Control *Armillaria* Root Rot.” .**Pests and Diseases** 3 : 1115-1120.

Inbar, J. *et al.* 1994. “Plant Growth Enhancement and Disease Control by *Trichoderma harzianum* in Vegetable Seedling Grown under Commercial Conditions.” **European Journal of Plant Pathology** 100(5) : 337 – 346.

Khan, M.R. and Gupta J. 1998. "Antagonistic Efficacy of *Trichoderma* Species Against. *Macrophomina phaseolina* on Eggplant." **Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz** 105(4) : 387-393.

Kleifeld, O. and Chet, I. 1992. "*Trichoderma harzianum* – Interaction with Plants and Effect on Growth Response." **Plant and Soil** 144(2) : 262- 272.

Lifshitz, R. *et al.* 1986. "Mechanisms of Biological Control of Preemergence Damping-off of Pea Seed Treatment with *Trichoderma* spp." **Phytopathology** 76 : 720-725.

Lynch, J.M. *et al.* 1991. "Response of Lettuce to *Trichoderma* Treatment." **Letters in Applied Micrology** 12 : 59 – 61.

MacKenzie, A.J. *et al.* 1995. "Enhanced Root and Shoot Growth of Chrysanthemum Cutting Propagated with *Trichoderma harzianum*." **HortScience** 30(3) : 496 - 498.

MacKenzie, A.J. *et al.* 2000. "Effect of Delivery Method and Population Size of *Trichoderma harzianum* on Growth Response of Unrooted Chrysanthemum Cuttings." **Canadian Journal of Microbiology** 8 (46) : 730 - 735.

Manka, M. *et al.* 1997. "Promoting Effect of *Trichoderma* on Cutting Growth in Biocontrol of *Fusarium* Carnation Wilt." **Folia Horticulturae** 9(1) : 3-13.

Mathivanan , N. *et al.* 1998. "Evaluation of Different Organic Materials as Carrier for Formulated Product of *Trichoderma*." **Journal of Biological Control** 12(1) : 67-70.

Mishra, D.S. and Sinha, A.P. 2000. "Plant Growth – Promoting Activity of Some Fungal and Bacterial Agents on Rice Seed Germination and Seedling Growth." **Tropical Agriculture** 77 (3) : 188 - 191.

Monaco, C.I. 1991. "Growth Increase in Plants Induced by *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma koningii*." **Revista de la Faccultad de Agronomia La Plata** 66 : 75- 77.

Ondrejova, H. and Prokinova, E. 1990. "Health Status and Yield of Greenhouse Cucumbers During Application of *Trichoderma* spp." **Sbornik Vyasoke Skoly Zemedeiske v Praze, Fakulta Agronomicka. Rada A, Rostlinna Vyroba** 52 : 135 –142.

Ousley, M.A. *et al.* 1993. "Effect of *Trichoderma* on Plant Growth : A Balance between Inhibition and Growth Promotion." **Microbial Ecology** 26 (3) : 277-285.

Ousley, M.A. *et al.* 1994a. "Potential of *Trichoderma* spp. as Consistent Plant Growth Stimulators." **Biology and Fertility of Soil** 17 : 85-90.

Ousley, M.A. *et al.* 1994b. "The Effect of Addition of *Trichoderma* Inocula on Flowering and Shoot Growth of Bedding Plants." **Scientia Horticulturae** 59 : 147-155.

Patel, B.N. and Patel, J.R. 1992. " Efficacy of Certain Fungicides and *Trichoderma harzianum* Against Damping–off in Bidi Tobacco Nursery." **Tobacco Research** 18 (1-2) :135-137.

Paulitz, T. *et al.* 1985. "The Effects of *Trichoderma harzianum* on Rooting of Chrysanthemum Cutting." **Phytopathology** 75(11) : 1333.

Paulitz, T. *et al.* 1986. "Effect of Peat : Vermiculite Mixes Containing *Trichoderma harzianum* on Increase Growth Response of Radish." **Journal of the American Society for Horticultural Science** 111(5) : 810 - 816.

Phuwiwat, W. and Soytong, K. 1999. "Growth and Yield Response of Chinese Radish to Application of *Trichoderma harzianum*." **Thammasart International Journal of Science and Technology** 4(1) : 68 - 70.

Phuwiwat, W. *et al.* 2001. "Effect of *Trichoderma harzianum* Strain PC01 and Planting Media on Growth and Yield of Chinese Radish." **Thammasart International Journal of Science and Technology** 6(3) : 1– 5.

Poldma, P. *et al.* 2000. "*Trichoderma viride* Promotes Growth of Cucumber Plants." 162-164. In **Proceedings of the International Conference : Development of Environmentally Friendly Plant Protection in the Baltic Region**. Tartu : Transactions of the Estonian Agricultural University.

Rao, M.S. *et al.* 1997. "Management of Root – knot Nematodes, *Meloidogyne incognita* on Tomato by Integration of *Trichoderma harzianum* with Neem Cake." **Zeitchrift fur Ptlanzenkrankheiten und Pflanzenschutz** 104(4) : 423-425.

Rao, M.S. *et al.* 1998. "Evaluation of Plant Based Formulations of *Trichoderma harzianum* for the Management of *Meloidogyne incognita* on Eggplant." **Nematologia Mediterranea** 26(1) : 59-62.

Sudhamoy, M. *et al.* 1999. "Mycoparasitic Action of Some Fungi on Spot Blotch Pathogen (*Drechslera sorokiniana*) of Wheat." **Indian Phytopathology** 52(1) : 39-43.

Windham, M.T. *et al.* 1986. "A Mechanism for Plant Growth Induced by *Trichoderma* spp." **Phytopathology** 76(5) : 518 - 521.

Windham, G.L. *et al.* 1989. "Effects of *Trichoderma* spp. on Maize Growth and *Meloidogyne arenaria* Reproduction." **Plant Disease** 73(6) : 493-495.

Yedidia, I. *et al.* 2001. "Effect of *Trichoderma harzianum* on Microelement Concentrations and Increased Growth of Cucumber Plant." **Plant and Soil** 235 (2) : 235 - 242.

Zheng, Z.X. and Shetty, K. 2000. "Enhancement of Pea (*Pisum sativum*) Seedling Vigour and Associated Phenolic Content by Extracts of Apple Pomace Fermented with *Trichoderma* spp." **Process Biochemistry** 36 (1-2) : 79 - 84.

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความเป็นกรด - ด่างของวัสดุปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	pH ของวัสดุปลูก[1/]				
	อายุ ผักกาดเขียวกวางตุ้ง (วัน)				
	7	14	21	28	35
0101	6.00	6.00	5.80	5.73	5.73
2801	6.00	6.00	5.93	5.87	5.87
Lab.5	6.00	6.00	5.93	5.93	5.87
S.No.1	6.00	6.00	6.00	6.00	5.87
A10/1-02	6.00	6.00	5.93	5.80	5.73
SN.No.1	6.00	6.00	5.80	5.87	5.87
A3/2-02	6.00	6.00	5.87	5.93	5.93
B5-01	6.00	6.00	5.87	5.87	5.87
No.1	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80
B7-02	6.00	6.00	5.93	5.93	5.93
0110B	6.00	6.00	5.93	5.93	5.87
FC-02	6.00	6.00	5.87	5.87	5.87
0203	6.00	6.00	5.87	5.67	5.73
11A04A	6.00	6.00	5.93	5.87	5.80
0110A	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80
0301	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80
03I 0201	6.00	6.00	5.87	5.87	5.80
0103	6.00	6.00	5.87	5.93	5.93
No.16	6.00	6.00	5.93	5.93	5.93
Control	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 19 สายพันธุ์ คลุกในวัสดุปลูกต่อความเป็นกรด - ด่างของวัสดุปลูกผักกาดหัว

สายพันธุ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.	pH ของวัสดุปลูก[1/]							
	อายุ ผักกาดหัว (วัน)							
	7	14	21	28	35	42	49	56
0101	6.00	6.00	6.00	5.90	5.80	5.80	5.80	5.80
2801	6.00	6.00	6.00	5.83	5.87	5.80	5.80	5.80
Lab.5	6.00	6.00	6.00	5.83	5.80	5.80	5.80	5.80
S.No.1	6.00	6.00	6.00	5.83	5.80	5.80	5.80	5.80
A10/1-02	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
SN.No.1	6.00	6.00	6.00	5.87	5.87	5.90	5.90	5.93
A3/2-02	6.00	6.00	6.00	5.87	5.87	5.87	5.87	5.93
B5-01	6.00	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.80
No.1	6.00	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.80
B7-02	6.00	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.80
0110B	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
FC-02	6.00	6.03	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
0203	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
11A04A	6.00	6.00	6.00	5.87	5.90	5.90	5.93	5.93
0110A	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
0301	6.00	6.00	6.00	5.87	5.87	5.90	5.90	5.90
03I 0201	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.87	5.93	5.93
0103	6.00	6.00	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.80
No.16	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80
Control	6.00	6.00	6.00	5.80	5.80	5.80	5.80	5.80

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ต่อความเป็นกรด–ด่างของวัสดุปลูกผักกาดเขียวกวางตุ้ง

ปริมาณ – ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา (จานเลี้ยงเชื้อ - วัน)	pH ของวัสดุปลูก[1/]				
	อายุ ของผักกาดเขียวกวางตุ้ง(วัน)				
	7	14	21	28	35
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.93	5.87	5.86	5.86
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.93	5.87	5.86	5.86
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	6.00	6.00	5.93	6.00
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.93	5.93	5.93	5.86
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.93	5.93	5.86	5.86
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.87	5.87	5.86	5.86
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	5.93	5.93	5.86	5.86
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.93	5.93	5.93	5.93
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.93	5.87	5.93	5.86
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.93	5.93	5.93	5.93
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	6.00	5.93	5.86	5.86
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	6.00	5.93	5.86	5.86
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	6.00	5.93	5.93	5.93
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	6.00	5.93	5.93	5.86
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	6.00	5.93	5.93	5.93

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลของการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ A3/2-01 ในปริมาณและระยะเวลาบ่มเชื้อราที่แตกต่างกัน ต่อความเป็นกรด – ด่างของวัสดุปลูกผักกาดหัว

ปริมาณ – ระยะเวลาในการบ่มเชื้อรา (จานเลี้ยงเชื้อ - วัน)	pH ของวัสดุปลูก[1/]							
	อายุ ของผักกาดหัว(วัน)							
	7	14	21	28	35	42	49	56
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.80	5.83	5.83
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.90	5.80	5.80	5.80	5.80	5.83	5.83
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	5.90	5.80	5.83	5.83	5.83	5.83	5.87
1 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.80	5.80	5.83	5.87	5.87	5.87	5.90
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.90	5.80	5.80	5.83	5.83	5.83	5.87
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.87	5.80	5.80	5.80	5.83	5.87	5.87
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	5.87	5.83	5.86	5.90	5.87	5.87	5.87
3 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.97	5.80	5.83	5.90	5.87	5.90	5.90
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.93	5.80	5.80	5.80	5.83	5.93	5.90
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.93	5.80	5.80	5.87	5.90	5.90	5.90
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	5.90	5.83	5.87	5.87	5.87	5.90	5.93
5 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.97	5.83	5.87	5.87	5.90	5.90	5.87
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 0 วัน	6.00	5.90	5.80	5.80	5.87	5.87	5.87	5.90
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 7 วัน	6.00	5.97	5.80	5.83	5.90	5.90	6.00	6.00
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 14 วัน	6.00	5.97	5.83	5.87	5.90	5.93	5.97	5.97
7 จานเลี้ยงเชื้อ – 21 วัน	6.00	5.97	5.83	5.93	5.90	5.90	5.97	6.00

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวจุฑารัตน์ กุลศิริวนิชย์

เกิด วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2517

บิดา - มารดา นายฉกาจ - นางทิพย์วรรณ กุลศิริวนิชย์

ประวัติการศึกษา

- ปี 2528 : ชั้นประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนเขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น
- ปี 2534 : ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนอุบลรัตน์พิทยาคม จ.ขอนแก่น
- ปี 2536 : ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตกาฬสินธุ์
- ปี 2538 : ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปี 2545 : ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ประวัติการทำงาน

- ปี 2543 - 2544 : บริษัทจารุ - ภากร จำกัด กรุงเทพฯ
- ปี 2545 : โรงเรียนบ้านหนองเค็ม จ.หนองคาย
- ปี 2546 : โรงเรียนบ้านโคกก่องมิตรภาพที่ 86 จ.หนองคาย