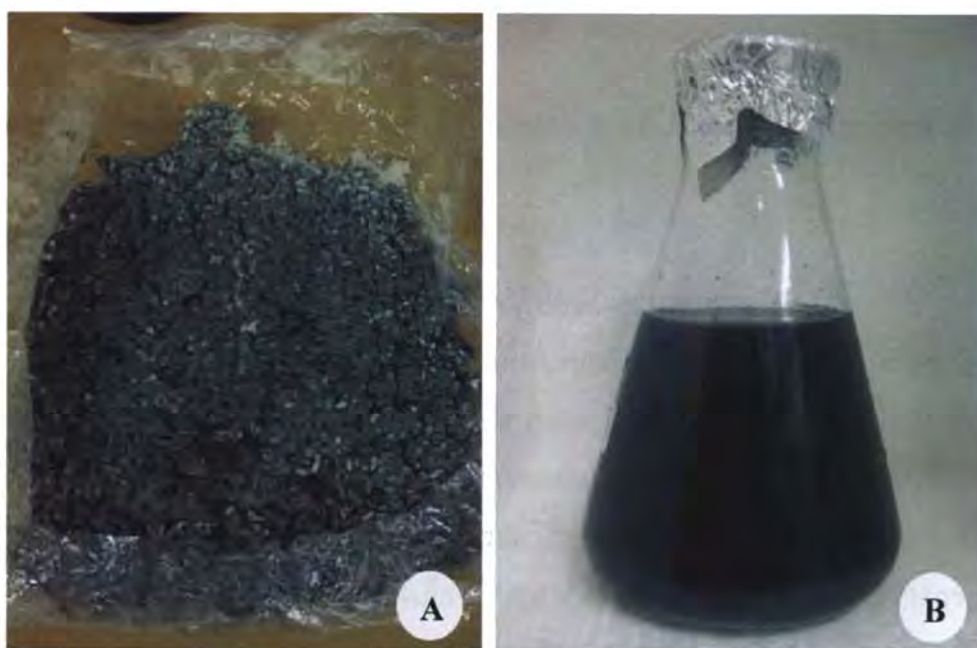


พบว่าได้น้ำสปอร์แขวนลอยเชื้อราที่มีสีเขียวเข้ม จึงตรวจนับความเข้มข้นและปรับความเข้มข้นสุดท้ายของสปอร์แขวนลอยให้ได้  $1.0 \times 10^8$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 5-B) จากการเลี้ยงเชื้อราในครั้งนี้ได้น้ำสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ทั้งหมดจำนวน 5 ลิตร เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

สำหรับเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 พบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA ที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อทำเป็นเซลล์แขวนลอยพร้อมนำไปผสมกับสารพาทก่อนลดความชื้นลงที่อุณหภูมิห้อง พบว่าเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวสามารถมีชีวิตรอดบนสารพาทที่สภาวะความชื้นเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ ได้ (ภาพที่ 6) โดยตรวจพบความเข้มข้นสุดท้ายหลังผสมสารพาทที่  $5.03 \times 10^{12}$  เซลล์ต่อผงเชื้อ 1 กรัม จึงเก็บผงเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวไว้ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 5 ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 (A) ขณะเจริญบนเมล็ดข้าวสุกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (B) สปอร์แขวนลอยที่ผ่านการกรองแล้วความเข้มข้น  $1.0 \times 10^8$  สปอร์ต่อมิลลิลิตร



ภาพที่ 6 ลักษณะของผงเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ B-261 ที่ผ่านการผสมสารพาและกรองเป็นผงเชื้อแล้ว

#### 2.4 ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรค

จากการทดลองพบว่าหลังจากใส่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์เป็นเวลา 2 เดือน (เดือนที่ 1 และ 2) ทุกกรรมวิธีในการทดลองรวมทั้งกรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืช กิ่งตอนส้มโอมีการเจริญเติบโตตามปกติเหมือนกันหมด ไม่แสดงอาการของโรครากเน่า และไม่สามารถสังเกตเห็นความผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น ส่วนในเดือนที่ 3 พบว่ามี 2 กรรมวิธีทดสอบ นั่นคือกรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืชและกรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว ใบของกิ่งตอนส้มโอบางใบมีสีซีดกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และพบว่าความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอโดยรวมของทั้ง 2 กรรมวิธี เท่ากันที่ระดับ 4.57 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืชที่มีความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอในระดับ 5.00 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ กิ่งตอนส้มโอมีความสมบูรณ์ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ควบคุม 2

สำหรับเดือนที่ 4 ของการทดลองพบว่า 5 กรรมวิธีทดสอบได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว กรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืช กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl กรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม และกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว มีความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอที่ระดับ 3.71, 3.85, 4.00, 4.00 และ 4.14 ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบ

กับกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืชที่มีความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอระดับ 5.00 นอกจากนี้ยังพบว่าบางกิ่งตอนจากทั้ง 5 กรรมวิธีข้างต้นมีการร่วงของใบส้มโอ 1-2 ใบ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ข้อมูลผลการทดลองในเดือนที่ 5 ของการทดลอง พบว่าทุกกรรมวิธีทดสอบยกเว้นกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม ซึ่งได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว กรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืช กรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl และกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว ใบส้มโอมีอาการเหลืองซีดอย่างชัดเจนและมีใบร่วงในบางกิ่งตอนจำนวน 1-2 ใบ โดยพบความสมบูรณ์ของกิ่งตอนเพียง 3.42, 3.57, 3.57, 3.57, 3.71 และ 4.28 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม และกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืชที่พบว่ามีความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอระดับ 4.57 และ 5.00 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

สำหรับในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* ร่วมกับผงแคลเซียม กิ่งตอนส้มโอแสดงอาการของโรครากเน่าอย่างชัดเจน โดยกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียว กรรมวิธีควบคุม 1 ใส่เชื้อราโรคพืช กรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl กรรมวิธีที่ใส่ *B. subtilis* ร่วมกับผงแคลเซียม กรรมวิธีที่ใช้ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 อย่างเดียว มีความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอที่ระดับ 2.96, 3.24, 3.28, 3.38, 3.43 และ 4.19 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืชซึ่งพบความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอที่ระดับ 5.00 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมพบความสมบูรณ์ของต้นส้มโอที่ระดับ 4.46 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม 2 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอพันธุ์ขาวทองดี หลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิบัติในการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ภายในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

| กรรมวิธี                                | ความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอ (เดือนที่) |                      |         |         |         |         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
|                                         | 1                                     | 2                    | 3       | 4       | 5       | 6       |
| กรรมวิธีควบคุม 1 ใส่เชื้อราโรคพืช       | 5.00 <sup>1/</sup> a                  | 4.85 a <sup>2/</sup> | 4.57 b  | 3.85 bc | 3.57 c  | 3.24 cd |
| กรรมวิธีควบคุม 2 ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช    | 5.00 a                                | 5.00 a               | 5.00 a  | 5.00 a  | 5.00 a  | 5.00 a  |
| <i>B. subtilis</i> B-261 อย่างเดียว     | 5.00 a                                | 5.00 a               | 4.71 ab | 4.14 b  | 3.71 bc | 3.43 c  |
| <i>B. subtilis</i> B-261+ผงแคลเซียม     | 5.00 a                                | 5.00 a               | 4.71 ab | 4.00 b  | 3.57 c  | 3.38 c  |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01 อย่างเดียว | 5.00 a                                | 5.00 a               | 5.00 a  | 4.57 ab | 4.28 b  | 4.19 b  |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | 5.00 a                                | 5.00 a               | 5.00 a  | 4.85 ab | 4.57 ab | 4.46 ab |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | 5.00 a                                | 5.00 a               | 4.57 b  | 3.71 c  | 3.42 c  | 2.96 d  |
| Metalaxyl                               | 5.00 a                                | 5.00 a               | 4.71 ab | 4.00 b  | 3.57 c  | 3.28 cd |

<sup>1/</sup> ระดับความสมบูรณ์ของกิ่งตอนส้มโอ แบ่งเป็น 5 ระดับ (5= ต้นสมบูรณ์ไม่มีอาการของโรค, 4=ไปบางใบเหลืองซีดแต่ไม่พบอาการใบร่วง, 3=ไปมีอาการเหลืองซีดชัดเจน และพบใบร่วง 1-2 ใบ, 2=ไปเหลืองซีดชัดเจน และพบใบร่วงมากกว่า 2 ใบ แต่ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ ของใบทั้งหมด, 1=อาการโรครุนแรง ใบร่วงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของใบทั้งหมด)

<sup>2/</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT)

## 2.5 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการลดปริมาณเชื้อราโรคพืช

จากการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปในดินจากกระถางทดสอบทุก 2 เดือน พบว่าในช่วงเดือนที่ 2 หลังปลูกเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ ทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในกลุ่มเชื้อราและแบคทีเรียเพิ่มสูงกว่าก่อนทำการทดลอง ส่วนกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งเชื้อราและแบคทีเรียมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับปริมาณในดินก่อนทำการทดลอง ส่วนในเดือนที่ 4 ของการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl และกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียวเชื้อจุลินทรีย์ทั้งเชื้อราและแบคทีเรียมีปริมาณลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเดือนที่ 2 ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl และกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียว พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในกลุ่มเชื้อราและแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดือนที่ 2 ของการทดลอง โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมเพียงอย่างเดียวที่พบทั้งเชื้อราทั่วไปและเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยพบเชื้อราทั่วไปและเชื้อแบคทีเรียทั่วไปที่  $7.4 \times 10^5$  และ  $9.7 \times 10^7$  CFU/ดิน 1 กรัมตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ส่วนในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่าปริมาณเชื้อราทั่วไปในทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนที่ 4 โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเชื้อราทั่วไปสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ โดยพบที่ปริมาณ  $6.8 \times 10^5$  CFU/ดิน 1 กรัม ในส่วนของเชื้อแบคทีเรียทั่วไปพบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนที่ 4 ของการทดลองโดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปสูงที่สุดที่  $8.9 \times 10^7$  CFU/ดิน 1 กรัม ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ส่วนการตรวจสอบปริมาณเชื้อราโรคพืชและเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ พบว่าก่อนทำการทดลองไม่สามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่ม ในดินจากกระถางทดสอบ แต่เมื่อหลังการทดสอบเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าสามารถตรวจพบเชื้อราโรคพืช *P. palmivora* ในทุกกรรมวิธีของการทดลอง ยกเว้นกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช โดยตรวจพบเชื้อราโรคพืชในช่วง  $1.6 \times 10^2$  -  $3.8 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ซึ่งกรรมวิธีที่ตรวจพบเชื้อราโรคพืชปริมาณสูงที่สุดคือกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียว (พบปริมาณ  $3.8 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม) ส่วนกรรมวิธีที่ตรวจพบน้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่ใช้สารเคมี metalaxyl ที่ตรวจพบเพียง  $1.6 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ส่วนในเดือนที่ 4 ของการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช สามารถตรวจพบเชื้อราโรคพืชในช่วง  $2.3 \times 10^2$  -  $8.4 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม โดยพบว่ากรรมวิธีใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียวตรวจพบเชื้อราโรคพืชในปริมาณสูงที่สุดคือ  $8.4 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม ตรวจพบเชื้อราโรคพืชปริมาณน้อยที่สุดเพียง  $2.3 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีควบคุม 2 ที่ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช

ตรวจพบเชื้อราโรคพืชในช่วง  $2.0 \times 10^2 - 7.6 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียวยพบเชื้อราโรคพืชปริมาณมากที่สุดที่  $7.6 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมตรวจพบปริมาณเชื้อราโรคพืชน้อยที่สุดเพียง  $2.2 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

สำหรับการตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในเดือนที่ 2 หลังทำการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ โดยตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในกลุ่มเชื้อแบคทีเรียในปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มเชื้อรา ซึ่งกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 อย่างเดียว ตรวจพบในปริมาณที่มากที่สุดคือ  $4.3 \times 10^5$  CFU/ดิน 1 กรัม ส่วนในเดือนที่ 4 หลังการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ แต่พบในปริมาณที่ลดลงกว่าเดือนที่ 2 ของการทดลองทุกกรรมวิธี โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรียซึ่งพบว่ามีปริมาณลดลงอย่างชัดเจนจนทำให้ตรวจพบในปริมาณที่ต่ำกว่าเชื้อราปฏิปักษ์ ส่งผลให้กรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในปริมาณที่สูงที่สุดคือ  $4.8 \times 10^4$  CFU/ดิน 1 กรัม ส่วนในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่าสามารถตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ แต่ตรวจพบในปริมาณที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนที่ 4 ของการทดลอง โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมตรวจพบสูงที่สุดที่  $4.6 \times 10^4$  CFU/ดิน 1 กรัม ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปที่ตรวจพบในดินหลังทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ประยุกต์ในการควบคุมโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มโอที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ภายในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

| กรรมวิธี                                | ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปที่ตรวจพบ (CFU/ดิน 1 กรัม) <sup>1/</sup> |                     |                     |                     |                     |                     |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                         | ก่อนการทดลอง                                                        |                     | เดือนที่ 2          |                     | เดือนที่ 4          |                     |
|                                         | เชื้อรา                                                             | แบคทีเรีย           | เชื้อรา             | แบคทีเรีย           | เชื้อรา             | แบคทีเรีย           |
| กรรมวิธีควบคุม 1 ใส่เชื้อราโรคพืช       | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 6.4x10 <sup>5</sup> | 8.1x10 <sup>7</sup> | 5.5x10 <sup>5</sup> | 7.6x10 <sup>7</sup> |
| กรรมวิธีควบคุม 2 ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช    | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 7.1x10 <sup>5</sup> | 7.9x10 <sup>7</sup> | 6.4x10 <sup>5</sup> | 7.8x10 <sup>7</sup> |
| <i>B. subtilis</i> B-261 อย่างเดียว     | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 5.2x10 <sup>5</sup> | 9.2x10 <sup>7</sup> | 4.9x10 <sup>5</sup> | 8.4x10 <sup>7</sup> |
| <i>B. subtilis</i> B-261+ผงแคลเซียม     | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 4.1x10 <sup>5</sup> | 8.5x10 <sup>7</sup> | 4.0x10 <sup>5</sup> | 7.5x10 <sup>7</sup> |
| <i>T. horzionum</i> T-NST-01 อย่างเดียว | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 6.0x10 <sup>5</sup> | 8.0x10 <sup>7</sup> | 5.0x10 <sup>5</sup> | 7.9x10 <sup>7</sup> |
| <i>T. horzionum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 5.7x10 <sup>5</sup> | 8.3x10 <sup>7</sup> | 5.1x10 <sup>5</sup> | 7.8x10 <sup>7</sup> |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 6.8x10 <sup>5</sup> | 8.8x10 <sup>7</sup> | 7.4x10 <sup>5</sup> | 9.7x10 <sup>7</sup> |
| Metaxyl                                 | 2.4x10 <sup>5</sup>                                                 | 7.3x10 <sup>7</sup> | 0.8x10 <sup>5</sup> | 6.4x10 <sup>7</sup> | 1.6x10 <sup>5</sup> | 6.6x10 <sup>7</sup> |

<sup>1/</sup> ตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี soil dilution spread plate technique โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่เติม streptomycin และ rose bengal สำหรับเชื้อราและใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar สำหรับเชื้อแบคทีเรีย

ตารางที่ 5 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และเชื้อราโรคพืชที่ตรวจพบในดินจากกระถางหลังทำการทดสอบการควบคุมโรครากเน่าในกิ่งตอนส้มโอที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ภายในโรงเรือนปลูกพืชทดลองเป็นระยะเวลา 6 เดือน

| กรรมวิธี                                | ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ (CFU/ดิน 1 กรัม) <sup>1/</sup> |          |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                         | ก่อนการทดลอง                                                  |          | เดือนที่ 2        |                   | เดือนที่ 4        |                   | เดือนที่ 6        |                   |
|                                         | เชื้อโรค                                                      | ปฏิปักษ์ | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          |
| กรรมวิธีควบคุม 1 ใส่เชื้อราโรคพืช       | 0.0                                                           | 0.0      | $3.6 \times 10^2$ | 0.0               | $7.9 \times 10^2$ | 0.0               | $7.4 \times 10^2$ | 0.0               |
| กรรมวิธีควบคุม 2 ไม่ใส่เชื้อราโรคพืช    | 0.0                                                           | 0.0      | 0.0               | 0.0               | 0.0               | 0.0               | 0.0               | 0.0               |
| <i>B. subtilis</i> B-261 อย่างเดียว     | 0.0                                                           | 0.0      | $3.1 \times 10^2$ | $4.3 \times 10^5$ | $3.9 \times 10^2$ | $3.4 \times 10^4$ | $3.1 \times 10^2$ | $3.1 \times 10^4$ |
| <i>B. subtilis</i> B-261+ผงแคลเซียม     | 0.0                                                           | 0.0      | $3.3 \times 10^2$ | $3.8 \times 10^5$ | $4.4 \times 10^2$ | $3.5 \times 10^4$ | $3.3 \times 10^2$ | $2.9 \times 10^4$ |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01 อย่างเดียว | 0.0                                                           | 0.0      | $2.7 \times 10^2$ | $5.5 \times 10^4$ | $2.4 \times 10^2$ | $4.3 \times 10^4$ | $2.3 \times 10^2$ | $4.1 \times 10^4$ |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | 0.0                                                           | 0.0      | $2.9 \times 10^2$ | $5.9 \times 10^4$ | $2.3 \times 10^2$ | $4.8 \times 10^4$ | $2.0 \times 10^2$ | $4.6 \times 10^4$ |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | 0.0                                                           | 0.0      | $3.8 \times 10^2$ | 0.0               | $8.4 \times 10^2$ | 0.0               | $7.6 \times 10^2$ | 0.0               |
| Metalaxyl                               | 0.0                                                           | 0.0      | $1.6 \times 10^2$ | 0.0               | $3.8 \times 10^2$ | 0.0               | $3.9 \times 10^2$ | 0.0               |

<sup>1/</sup> ตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี soil dilution spread plate technique โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่เติม streptomycin และ rose bengal สำหรับเชื้อราและใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar สำหรับเชื้อแบคทีเรีย

## 2.6 ประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการครอบครองรากของต้นกล้าส้มโอ

จากการตรวจสอบประสิทธิภาพการครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอโดยเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* และเชื้อราโรคพืช *P. palmivora* ในทุก 2 เดือนหลังทำการทดลอง พบว่าก่อนทำการทดลองไม่สามารถตรวจพบเชื้อราทั้งสองชนิดบนรากของกิ่งตอนส้มโอในทุกกรรมวิธี ส่วนในเดือนที่ 2 พบว่า 4 กรรมวิธีทดสอบได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม กรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืช กรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 อย่างเดียวสามารถตรวจพบการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืชในปริมาณที่สูงมากนั่นคือ ตรวจพบที่ 89.00, 87.50, 84.50 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม ตรวจพบการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืชน้อยที่สุดเพียง 3.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจสอบปริมาณการครอบครองรากกิ่งตอนส้มโอที่ 4 เดือน หลังทำการทดลองพบว่า 3 กรรมวิธีทดสอบ ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม กรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เชื้อราโรคพืช และกรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว มีปริมาณการครอบครองรากโดยเชื้อราโรคพืชสูงมาก นั่นคือ ที่ 94.25, 92.00 และ 91.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม ไม่สามารถตรวจพบการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืชเลย นั่นคือ ตรวจพบที่ 0.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่า 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ใส่ผงแคลเซียมอย่างเดียว กรรมวิธีควบคุม 1 ที่ใส่เฉพาะเชื้อราโรคพืช และกรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม ตรวจพบการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืชที่สูงมากที่สุดที่ 98.00, 96.00 และ 92.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ไม่พบการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืชเลย ดังรายละเอียดในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตามเมื่อนำเชื้อราโรคพืช *P. palmivora* ที่ตรวจพบในทุกกรรมวิธีที่ใส่เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 (กรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ร่วมกับผงแคลเซียม และใช้ *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว) มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่าโคโลนีของเชื้อราโรคพืชดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ช้า เส้นใยมีลักษณะเมือกและเจริญติดไปกับผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งเป็นลักษณะของการเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรีย

สำหรับการตรวจสอบการครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอโดยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ (เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 และเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261) พบว่าที่ 2 เดือนหลังทำการทดลองกรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 เพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมสามารถตรวจพบการครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอโดยเชื้อราปฏิปักษ์ในปริมาณที่สูงมากนั่นคือ ตรวจพบที่ 96.75 และ 94.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว ตรวจพบการครอบครองรากโดยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์น้อยที่สุดที่ 9.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเดือนที่ 4 หลังการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา

*T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 เพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมสามารถตรวจพบการครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอโดยเชื้อราปฏิปักษ์ในปริมาณที่สูงมากที่สุดนั่นคือ ตรวจพบในระดับที่เท่ากันที่ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว ตรวจพบการครอบครองรากโดยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์น้อยที่สุดที่ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเดือนที่ 6 ของการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ทั้งกรณีที่ใช้เพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับผงแคลเซียม พบว่าตรวจพบการครอบครองรากในปริมาณที่สูงที่สุด คือ 100.00 เปอร์เซ็นต์ เท่ากัน ส่วนกรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 เพียงอย่างเดียว ตรวจพบการครอบครองรากต่ำที่สุดเพียง 4.50 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สัดส่วนการครอบครองพื้นที่รากของกิ่งตอมส้มโอโดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* เชื้อรา *Trichoderma harzianum* และเชื้อรา *Phytophthora palmivora* เมื่อตรวจสอบทุก 2 เดือน หลังทำการทดลองภายในโรงเรือนปลูกพืชทดลอง

| กรรมวิธี                                | ประสิทธิภาพการครอบครองรากกิ่งตอมส้มโอ (%) |         |            |         |            |          |            |          |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|---------|------------|---------|------------|----------|------------|----------|
|                                         | ก่อนการทดลอง                              |         | เดือนที่ 2 |         | เดือนที่ 4 |          | เดือนที่ 6 |          |
|                                         | เชื้อโรค                                  | ปฏิบัติ | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ  | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ  |
| กรรมวิธีควบคุม 1 ใส่เชื้อราโรคลพืช      | 0.0 a <sup>1/</sup>                       | 0.0 a   | 87.50 a    | 0.0 c   | 92.00 a    | 0.0 d    | 96.00 a    | 0.00 d   |
| กรรมวิธีควบคุม 2 ไม่ใส่เชื้อราโรคลพืช   | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 0.0 c      | 0.0 c   | 0.0 d      | 0.0 d    | 0.00 d     | 0.00 d   |
| <i>B. subtilis</i> B-261 อย่างเดียว     | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 80.00 a    | 9.50 b  | 76.50 b    | 4.00 c   | 78.50 b    | 4.50 c   |
| <i>B. subtilis</i> B-261+ผงแคลเซียม     | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 89.00 a    | 13.00 b | 94.25 a    | 11.50 b  | 92.50 a    | 10.00 b  |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01 อย่างเดียว | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 4.50 bc    | 96.75 a | 5.50 d     | 100.00 a | 2.50 d     | 100.00 a |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 3.75 c     | 94.25 a | 0.00 d     | 100.00 a | 0.00 d     | 100.00 a |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 84.50 a    | 0.0 c   | 91.75 a    | 0.0 d    | 98.00 a    | 0.00 d   |
| Metaxyl                                 | 0.0 a                                     | 0.0 a   | 5.25 b     | 0.0 c   | 24.75 c    | 0.0 d    | 32.00 c    | 0.00 d   |

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT)

### 3. การควบคุมโรคในสภาพแปลงปลูก

จากผลการทดลองในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมมีแนวโน้มในการควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโอและลดปริมาณ เชื้อราโรคพืช *P. palmivora* ในดินปลูกได้ดีที่สุด คณะวิจัยจึงเลือกกรรมวิธีดังกล่าวเป็นกรรมวิธีที่ใช้ในการทดสอบในสภาพแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกร ซึ่งเดิมทีคณะวิจัยสนใจทำการทดลองดังกล่าวที่สวนส้มโอ คุณบัณฑิต แก้วรัตน์ อำเภอชนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช แต่เนื่องแปลงส้มโอดังกล่าวเป็นแปลงที่เน้นเชิงธุรกิจมากที่สุด และมีการใช้สารเคมีจำนวนมากและต่อเนื่องตลอดเวลา คณะวิจัยเกรงว่าสารเคมีดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คณะวิจัยจึงเปลี่ยนมาศึกษาวิจัยที่แปลงส้มโอพันธุ์ขาวทองดีของคุณสัญญา แสงวิมาน หมู่บ้านแสงวิมาน อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชแทน

#### 3.1 ประสิทธิภาพการลดปริมาณเชื้อราโรคพืช

จากการตรวจสอบปริมาณเชื้อรา *Phytophthora* sp. (เนื่องจากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกไม่มีการปลูกเชื้อราโรคพืช ดังนั้นการตรวจนับจึงนับเชื้อรา *Phytophthora* sp. ทั้งหมดโดยไม่ได้จำแนกสปีชีส์) ก่อนทำการทดลองพบว่าตรวจพบปริมาณเชื้อราดังกล่าวที่  $0.6 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม และเมื่อทำการทดลองแล้วทุก 2 เดือน พบว่าทุกกรรมวิธีตรวจพบเชื้อราโรคพืชในช่วง  $0.4 \times 10^2$  -  $2.0 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมที่ตรวจพบน้อยที่สุด โดยตรวจพบในเดือนที่ 2, 4, และ 6 เพียง  $0.7 \times 10^2$ ,  $0.4 \times 10^2$  และ  $0.4 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียวตรวจพบในปริมาณสูงที่สุดโดยพบในเดือนที่ 2, 4, และ 6 ของการทดลองที่ปริมาณ  $0.9 \times 10^2$ ,  $1.2 \times 10^2$  และ  $2.0 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ในด้านเชื้อรา *Trichoderma* sp. พบว่าสามารถตรวจพบในทุกกรรมวิธีของการทดลองเช่นกัน โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมที่ตรวจพบในปริมาณที่สูงที่สุดโดยพบในเดือนที่ 2, 4, และ 6 ในปริมาณ  $8.4 \times 10^6$ ,  $7.8 \times 10^6$  และ  $8.2 \times 10^6$  CFU/ดิน 1 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมตรวจพบในปริมาณที่น้อยที่สุดที่  $2.4 \times 10^2$ ,  $2.1 \times 10^2$  และ  $2.2 \times 10^2$  CFU/ดิน 1 กรัม ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

#### 3.2 ประสิทธิภาพการลดการครอบครองรากส้มโอของเชื้อราโรคพืช

จากการตรวจสอบการครอบครองรากส้มโอของเชื้อราโรคพืช ก่อนทำการทดลองพบว่า ทั้ง 3 กรรมวิธีมีการครอบครองรากส้มโอโดยเชื้อราโรคพืช ในช่วง 5.50-8.00 เปอร์เซ็นต์

หลังทำการทดลองพบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียม มีแนวโน้มการครอบครองรากส้มโอโดยเชื้อราโรคพืชในปริมาณที่ลดลงนั่นคือ ก่อนการทดลอง หลังทดลองเดือนที่ 2, 4 และ 6 พบการครอบครองรากส้มโอที่ 7.00, 5.50, 3.50 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบที่ 5.50, 5.00, 7.00 และ 8.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกครั้งของการตรวจสอบ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมอย่างเดียวตรวจพบในปริมาณสูงสุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยตรวจพบที่ปริมาณการครอบครองรากที่ 8.00, 8.50, 10.00 และ 9.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ส่วนปริมาณการครอบครองรากของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มการครอบครองรากสูงขึ้น โดยเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมที่ตรวจพบการครอบครองรากก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 2, 4 และ 6 เดือน คือ 0.50, 6.50, 16.50 และ 22.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมตรวจพบที่ 0.50, 0.50, 2.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ปริมาณเชื้อราปฏิปักษ์และเชื้อราโรคพืชที่ตรวจพบในดินจากแปลงปลูกส้มโอหลังทำการฉีดพ่นเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมเป็นเวลา 6 เดือน

| กรรมวิธี                                | ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ (CFU/ดิน 1 กรัม) <sup>1/</sup> |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                         | ก่อนการทดลอง                                                  |                   | เดือนที่ 2        |                   | เดือนที่ 4        |                   | เดือนที่ 6        |                   |
|                                         | เชื้อโรค                                                      | ปฏิปักษ์          | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          | เชื้อโรค          | ปฏิปักษ์          |
| กรรมวิธีควบคุมไม่ใส่เชื้อราโรคพืช       | $0.6 \times 10^2$                                             | $2.1 \times 10^2$ | $0.9 \times 10^2$ | $2.4 \times 10^2$ | $0.8 \times 10^2$ | $2.1 \times 10^2$ | $1.2 \times 10^2$ | $2.2 \times 10^2$ |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | $0.6 \times 10^2$                                             | $2.1 \times 10^2$ | $0.6 \times 10^2$ | $8.4 \times 10^6$ | $0.4 \times 10^2$ | $7.8 \times 10^6$ | $0.4 \times 10^2$ | $8.2 \times 10^6$ |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | $0.6 \times 10^2$                                             | $2.1 \times 10^2$ | $0.9 \times 10^2$ | $2.8 \times 10^2$ | $1.2 \times 10^2$ | $3.6 \times 10^2$ | $2.0 \times 10^2$ | $4.3 \times 10^2$ |

<sup>1/</sup> ตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี soil dilution spread plate technique โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar ที่เติม streptomycin และ rose bengal สำหรับเชื้อราและใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar สำหรับเชื้อแบคทีเรีย

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการครอบครองรากส้มโอโดยเชื้อรา *Phytophthora* sp. และ เชื้อรา *Trichoderma* sp. ในสภาพแปลงปลูกหลังทำการทดลองเป็นเวลา 6 เดือน

| กรรมวิธี                                | ประสิทธิภาพการครอบครองรากส้มโอ (%) |         |            |         |            |         |            |         |
|-----------------------------------------|------------------------------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
|                                         | ก่อนการทดลอง                       |         | เดือนที่ 2 |         | เดือนที่ 4 |         | เดือนที่ 6 |         |
|                                         | เชื้อโรค                           | ปฏิบัติ | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ | เชื้อโรค   | ปฏิบัติ |
| กรรมวิธีควบคุมไม่ใส่เชื้อราโรคพืช       | 5.50 b <sup>L</sup>                | 0.50 a  | 5.00 b     | 0.50 b  | 7.00 b     | 2.00 b  | 8.50 a     | 1.50 b  |
| <i>T. harzianum</i> T-NST-01+ผงแคลเซียม | 7.00 a                             | 0.50 a  | 5.50 b     | 6.50 a  | 3.50 c     | 16.50 a | 3.00 b     | 22.00 a |
| ผงแคลเซียมอย่างเดียว                    | 8.00 a                             | 0.00 a  | 8.50 a     | 1.00 b  | 10.00 a    | 0.50 b  | 9.50 a     | 1.50 b  |

<sup>L</sup> ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT)

## วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าเชื้อรา *Phytophthora palmivora* และ *P. parasitica* สามารถก่อโรคบนใบส้มโอได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อราทั้ง 2 สปีชีส์ สามารถเข้าทำลายและเป็นสาเหตุของความเสียหายของต้นส้มโอได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอมรรักษ์ (2541) ที่กล่าวว่า นอกจากเชื้อรา *P. parasitica* แล้วเชื้อรา *P. palmivora* ยังเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโอรวมทั้งพืชตระกูลส้มอื่นๆ ได้ เมื่อนำจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้งเชื้อรา *Trichoderma harzianum* และเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* ในห้องปฏิบัติการ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ทั้ง 2 ชนิด สามารถยับยั้งเชื้อราโรคพืชได้อย่างชัดเจนแสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด สามารถเป็นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์การเจริญเติบโตของเชื้อรา *P. palmivora* ดังในรายงานจำนวนมากที่กล่าวว่าเชื้อรา *T. harzianum* และเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งหรือเข้าทำลายเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* (Hjeljord and Tronsmo, 1998; Abraham, 2005; Hong et.al. 1998)

ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มโอทั้งในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลองและในแปลงปลูกส้มโอของเกษตรกร พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 สามารถลดความรุนแรงของโรคและลดปริมาณเชื้อราโรคพืชในดินทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 มีคุณสมบัติเป็นเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงต่อการควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* ซึ่งผลการทดลองนี้สามารถสนับสนุนโดยรายงานที่ว่าเชื้อรา *T. harzianum* เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้ประสบความสำเร็จเมื่อนำมาใช้ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน (อมรรักษ์, 2541) โดยเชื้อราในกลุ่มนี้สามารถสร้างสารปฏิชีวนะหลายชนิดทั้งสาร Pentyl pyrone, Oxazole, Harzianic acid, Harzianic acid isomer และ Isoharzianidione ที่มีฤทธิ์สูงในการควบคุมโรคพืชหลายชนิดรวมทั้งโรครากเน่าโคนเน่าของส้มโอที่เกิดจากเชื้อรา *P. palmivora* ได้ (Hjeljord and Tronsmo, 1998; Intana, 2003; Intana et al, 2009) สำหรับเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 พบว่าสามารถลดความรุนแรงของโรค แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ใส่เฉพาะเชื้อราโรคพืช ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Abraham (2005) ที่กล่าวว่าเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* spp. รวมทั้ง *B. subtilis* สามารถลดความรุนแรงของโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มเขียวหวานได้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เชื้อรา *T. harzianum* ซึ่ง

กลไกที่สำคัญของเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ในการควบคุมโรคดังกล่าวคือ กลไกการแข่งขัน และการสร้างสารปฏิชีวนะ (Thomashow, 1996)

สำหรับประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อรา *P. palmivora* ในดินในสภาพโรงเรือนปลูกพืช ทดลองพบว่า เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 สามารถลดปริมาณเชื้อราโรคพืชได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ดังกล่าวมีคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สามารถทำลายและลดปริมาณเชื้อราโรคพืชในดินปลูกได้ เช่นเดียวกับการรายงานจำนวนมากที่กล่าวว่าเชื้อรา *T. harzianum* จัดเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่ประสบความสำเร็จที่สุดในการควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราโรคพืชหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนและพืชตระกูลส้มที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp., โรคน้ำระดับดินของพืชต่างๆ ที่เกิดเชื้อรา *Pythium* spp., โรคแอนแทรคโนสของพืชต่างๆ ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp., โรคเหี่ยวของพริกที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* spp. และโรคโคนเน่าของพริกและมะเขือเทศที่เกิดจาก *Sclerotium rolfsii* เป็นต้น โดยมีกลไกที่สำคัญในการควบคุมโรคพืชคือการเป็นเชื้อราปรสิต (mycoparasitism) การแข่งขัน (competition) การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting) การครอบครองรากพืช (root colonization) และการชักนำให้ต้นพืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อโรคพืช (induction of resistance in plant) ซึ่งกลไกเหล่านี้ส่งผลให้เชื้อรา *T. harzianum* สามารถควบคุมโรคพืชเข้าทำลายและลดปริมาณเชื้อราโรคพืชต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (จิระเดชและคณะ, 2542; Harman, 2000; Harman et al. 2004; Hjeljord and Tronsmo, 1998; Howell, 2003; Intana, 2003) สำหรับเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 พบว่าไม่มีผลในการลดปริมาณเชื้อรา *P. palmivora* ในดินปลูกกึ่งตอนส้มโอ แสดงให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ดังกล่าวไม่สามารถเจริญและเข้าทำลายเชื้อราโรคพืชได้ ซึ่งผลการทดลองนี้สนับสนุนได้โดยการรายงานของ Abraham (2005) และ Thomashow (1996) ที่กล่าวว่าเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* spp. มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างสารปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์อื่น แต่อย่างไรก็ตามหากสารปฏิชีวนะดังกล่าวมีความเข้มข้นต่ำอาจมีฤทธิ์เพียงการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่นเพียงชั่วคราวแต่ไม่เพียงพอต่อการทำลายความมีชีวิตของเชื้อราโรคพืชได้ ส่งผลให้ปริมาณเชื้อราโรคพืชในดินไม่มีความแตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ใส่เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus* spp.

ด้านการเจริญเข้าครอบครองรากของกึ่งตอนส้มโอโดยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 มีประสิทธิภาพสูงมากในการเจริญเข้าครอบครองรากของกึ่งตอนส้มโอ โดยสามารถตรวจพบการครอบครองรากตั้งแต่เดือนที่ 2 หลังทำการทดลอง โดยเฉพาะในเดือนที่ 4 และ 6 หลังการทดลอง ที่พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ดังกล่าวสามารถเจริญเข้าครอบครองรากได้สูงถึง 100.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเชื้อราดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงมากใน

การเจริญ เพิ่มปริมาณ และสามารถเข้าครอบครองรากของพืชได้ สอดคล้องกับการรายงานของ Harman (2000) และ Intana (2003) ที่กล่าวว่า เชื้อรา *T. harzianum* สามารถเจริญและเพิ่มปริมาณบนส่วนต่างๆ ของต้นพืชได้ดี ไม่ว่าจะเป็นส่วนใบ กิ่งก้าน ลำต้น และส่วนราก ซึ่งถือเป็นคุณสมบัติที่ดีและสำคัญในการช่วยปกป้องต้นพืชให้รอดพ้นจากการเข้าทำลายของเชื้อราโรคพืชได้ดี ส่วนเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 พบว่ามีการครอบครองรากในปริมาณที่ต่ำ โดยในเดือนที่ 6 ของการทดลองตรวจพบการครอบครองรากเพียง 4.50 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำในการครอบครองรากพืช สำหรับผลการทดลองนี้เป็นไปในแนวทางเดียวกับการรายงานของ Abraham (2005) ที่กล่าวว่าเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Bacillus* spp. สามารถเพิ่มปริมาณได้จำนวนมากในบริเวณรอบราก (rhizosphere) ของกิ่งตอนส้มเขียวหวาน แต่จะพบการครอบครองรากพืชในปริมาณที่ต่ำมาก เมื่อนำมาตรวจบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่กระบวนการทดลองมีขั้นตอนการหมักเหี่ยวรากพืชทดสอบในสารละลายต่างๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวอาจหลุดหรือไม่สามารถยึดเกาะกับรากพืชได้ เมื่อนำไปหมักเหี่ยวที่ความเร็วสูง

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านการควบคุมโรค การลดปริมาณเชื้อราโรคพืช และลดการครอบครองรากของส้มโอโดยเชื้อราโรคพืช ระหว่างกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมกับกรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 เพียงอย่างเดียว พบว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ร่วมกับผงแคลเซียมให้ประสิทธิภาพในทุกด้านดีกว่ากรรมวิธีที่ใช้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 เพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นว่าผงแคลเซียมมีส่วนส่งเสริมการเจริญเติบโต การเพิ่มปริมาณและการเข้าทำลายเชื้อราโรคพืชของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 จึงทำให้ประสิทธิภาพในด้านต่างๆ ที่ตรวจพบดีขึ้นอย่างชัดเจน โดยผลการทดลองนี้สามารถสนับสนุนโดยรายงานจำนวนมาก ที่กล่าวว่า การใช้สารต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมในอัตราและความเข้มข้นที่เหมาะสมร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมโรคพืชได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. หรือการใช้สารต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมเพียงอย่างเดียว ซึ่งแคลเซียมอาจมีผลในการช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต การเพิ่มปริมาณและเพิ่มความแข็งแรงของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จึงทำให้ผลการทดสอบในด้านต่างๆ มีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าธาตุแคลเซียมมีผลในการช่วยเสริมความแข็งแรงของผนังเซลล์พืชและมีความสำคัญในระบบการป้องกันตนเองของต้นพืชได้อีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; วาสนา และคณะ, 2548; Campanella et al. 2002; Gregory et al. 1990; Harman, 2000; Harman et al. 2004) ส่วนการใช้ผงแคลเซียมร่วมกับเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ให้ผลในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการควบคุมโรค การลดปริมาณเชื้อราโรคพืช และลดการครอบครองรากโดยเชื้อราโรคพืช ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้เชื้อแบคทีเรียเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประสิทธิภาพของเชื้อ

แบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 ในด้านต่างๆ ดังกล่าวต่ำอยู่แล้วผงแคลเซียมจึงไม่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียได้ ส่วนกรรมวิธีที่ใช้ผงแคลเซียมเพียงอย่างเดียวทั้งการทดสอบในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง และในสภาพสวนของเกษตรกรพบว่าประสิทธิภาพในทั้ง 2 การทดลองพบว่าไม่สามารถควบคุมโรค ลดปริมาณเชื้อราโรคพืช และลดปริมาณการครอบครองรากของส้มโอโดยเชื้อราโรคพืชได้ ในทางตรงกันข้ามกลับช่วยเพิ่มปริมาณของเชื้อราโรคพืช และเพิ่มปริมาณการครอบครองรากของเชื้อราโรคพืช ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณหรือความเข้มข้นของผงแคลเซียมที่ใช้อยู่ในระดับที่ต่ำ จึงไม่สามารถยับยั้งหรือทำลายเชื้อราโรคพืชได้ แต่อาจเป็นประโยชน์ในด้านส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อราโรคพืชเพราะธาตุแคลเซียมถือเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งพืชและเชื้อจุลินทรีย์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) อย่างไรก็ตามมีรายงานบางรายงานกล่าวว่าการใช้สารต่างๆ ที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมในระดับความเข้มข้นที่สูงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตหรือเป็นพิษต่อเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งในกลุ่มของเชื้อรา *Phytophthora* spp. ได้ดังนั้นหากต้องการใช้ผงแคลเซียมเพื่อควบคุมโรคพืชหรือทำลายเชื้อราโรคพืชจึงควรใช้ในอัตราหรือความเข้มข้นที่สูงขึ้น (ถวัลย์, 2552; Campanella et al. 2002; Gregory et al. 1990 )

ผลงานวิจัยในข้างต้นถือเป็นแนวทางที่ดีในการจัดการโรคพืชต่างๆ ที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* spp. ต่อเกษตรกร หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้ที่สนใจอื่นๆ ต่อไปในอนาคต เพราะเชื้อราชนิดนี้จัดเป็นเชื้อราโรคพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อพืชของประเทศไทย โดยสามารถเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจได้หลายชนิด เช่น ยางพารา ทุเรียน พืชตระกูลส้ม พืชผักและไม้ดอก เป็นต้น ซึ่งหากสามารถจัดการโรคที่เกิดจากเชื้อราชนิดนี้ได้ จะก่อให้เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศอย่างมหาศาล

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มโอ ลดปริมาณเชื้อรา *P. palmivora* ในดิน และลดปริมาณการครอบครองรากกิ่งตอนส้มโอโดยเชื้อราโรคพืช นอกจากนี้เชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ยังสามารถเจริญ เพิ่มปริมาณเข้าครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอได้
2. เชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* สายพันธุ์ B-261 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *P. palmivora* ในระดับห้องปฏิบัติการได้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำเมื่อนำไปทดสอบการควบคุมโรค การลดปริมาณเชื้อราโรคพืช และการลดปริมาณการครอบครองรากส้มโอของเชื้อราโรคพืช เมื่อทำการทดสอบในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง
3. ผงแคลเซียมในปริมาณที่ใช้ทดลองหากใช้เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการควบคุมโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มโอรวมทั้งไม่มีผลในการลดปริมาณเชื้อราโรคพืชและการลดปริมาณเชื้อราโรคพืชในการเจริญเข้าครอบครองรากของกิ่งตอนส้มโอของเชื้อราโรคพืช แต่หากนำมาใช้ร่วมกับเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 สามารถช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของเชื้อราดังกล่าวได้ดี ส่งผลให้ประสบความสำเร็จในการนำเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-NST-01 ไปใช้ควบคุมโรครากเน่าของส้มโออย่างยั่งยืน

## เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 672 หน้า.
- จิระเดช แจ่มสว่าง และ วรณวิไล อินทนู. 2545. การผลิตเชื้อราไตรโคเดอร์มาชนิดสดด้วยเทคนิคอย่างง่ายเพื่อใช้ควบคุมโรคเน่าระดับดินที่เกิดจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการสาขาพืช ครั้งที่ 40 (114-122). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2542. การใช้เชื้อรา *Trichoderma* ควบคุมโรคพืช. ใน เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการสารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืชในศตวรรษที่ 21, 15-16 กรกฎาคม 2542 โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ.
- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2546. การควบคุมโรคพืชและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. โครงการเกษตรก้าวหน้า. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม 194 หน้า.
- จิระเดช แจ่มสว่าง. 2549. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 323 หน้า.
- ถวัลย์ คุ่มช้าง. 2552. ประสิทธิภาพของสารแคลเซียมฟอสโฟเนต (calcium phosphonate) ในการควบคุม เชื้อรา *Phytophthora parasitica*. รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 9: 24-26 พฤศจิกายน 2552. โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
- บรรเจิด อินทหว่าง และ จิระเดช แจ่มสว่าง. 2529 การควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ (*Sclerotium rolfsii*) โดยจุลินทรีย์จากดินเกษตรกรรม. ใน รายงานประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 24 ภาคโปสเตอร์ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน สาขาประมง สาขาสัตวศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาพืช-สัตว์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (173-185). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บรรณ บุรณะชนบท. 2542. สวนส้มโอ. นนทบุรี: ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท, 61 หน้า.

พายัพ ยังปักชี. 2542. สัมเพื่อการส่งออก. สมุทรปราการ: ไพร์อิตเตอร์, 130 หน้า.

เพชรพิกุล วาญมูล และอรรถกร พรหมวี. 2547. การคัดเลือกจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อใช้ควบคุมโรคเน่าระดับดินของถั่วฝักยาวและมะเขือเทศ. (ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์). 30 หน้า.

รวี เสธฐภักดี อำไพวรรณ ภราดรณวัฒน์ จิระเดช แจ่มสว่าง และองอาจ เต็มเกียรติไพศาล. 2534. การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ดินเพื่อควบคุมโรครากเน่าพืชของส้มเขียวหวานโดยชีววิธี. ใน เรื่องเติมการประชุมทางสาขาพืชครั้งที่ 29 (319-330). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เลขา มาโนช จิตรา เกาะแก้ว อรุมา เจียมจิตต์ และธิดา เดชฮวบ. 2549. เชื้อราบนซากใบพืชและการศึกษาการเป็นปฏิปักษ์ต่อราสาเหตุโรคพืชในห้องปฏิบัติการ ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการสาขาพืช ครั้งที่ 44 (771-780). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วาสนา ฤทธิไธสง วรณวิไล อินทนู จิระเดช แจ่มสว่าง และชวลิต ฮงประยูร 2548. การควบคุมโรคเน่าระดับดินและโรครากเน่าของมะเขือเทศสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ด้วยการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ร่วมกับธาตุแคลเซียมและซิลิกอน. วิทยาศาสตร์. 3 (1): 8-17.

วิเศษ อัครวิทยากุล. 2540. การปลูกส้มโอ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 122 หน้า.

ศิริลักษณ์ ชูแก้ว และสิริมาส วงศ์สุบรรณ. 2547. การคัดเลือกและประยุกต์ใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก. (ปัญหาพิเศษ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์). 16 หน้า.

ศุภลักษณ์ เศรษฐสกุลชัย. 2552. การคัดเลือกจุลินทรีย์ท้องถิ่นเพื่อใช้ควบคุมโรคกาบใบเน่าของข้าวที่เกิดจากเชื้อรา *Sarocladium oryzae*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์). 150 หน้า

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ. กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 119 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 93 หน้า.

สุนีรัตน์ สีมะเดื่อ จิระเดช แจ่มสว่าง อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2540. การประยุกต์ใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* เพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มเขียวหวานซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสวนของเกษตรกร. ใน เรื่องเติมการประชุมทางสาขาพืชครั้งที่ 35 (246-255). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมรรักษ์ คัดใจเดียว จิระเดช แจ่มสว่าง อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์ และรวี เสธภูักดี. 2543. ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* และเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในการป้องกันโรครากเน่าไฟทอฟธอราของส้มเขียวหวานในสภาพสวน. ใน เรื่องเติมการประชุมทางสาขาพืชครั้งที่ 38 (192-201). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมรรักษ์ คัดใจเดียว. 2541. ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการป้องกันโรครากเน่าของส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* (Dastur). (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์). 124 หน้า

อานัฐ ตันโช. 2547. เกษตรธรรมชาติ แนวคิด หลักการ และจุลินทรีย์ท้องถิ่น. (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: Trio Advertising & Media Co.Ltd. 146 หน้า.

อำไพวรรณ ภราดรนิววัฒน์ สุธามาศ อินต๊ะสอน และจิระเดช แจ่มสว่าง. 2538. บทบาทของจุลินทรีย์ปฏิปักษ์และสารเคมีเมทาแลคซิลในการควบคุมโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มเขียวหวานที่เกิดจากเชื้อราไฟทอฟธอรา พาราซิติกา. ใน เรื่องเติมการประชุมทางสาขาพืชครั้งที่ 33 (231-237). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abraham, A.O. 2005. Biological control of *Phytophthora* root rot of citrus seedlings and cuttings Master Thesis. University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg. 126 p.

Anju, P. 1994. Antagonism of *Trichoderma* against fungal pathogen and their enzyme production. Advance in Plant Sciences. 7: 147-153.

- Blakeman, J.P. and Williamson, B. 1994. Ecology of Plant Pathogens. Guildford: Biddles Ltd.
- Bleve, G., Grieco, F., Cozzi, G., Logrieco, A. and Visconti, A. 2006. Isolation of epiphytic yeasts with potential for biocontrol of *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* on grape. International Journal of Food Microbiology. 108(2): 204-209.
- Campanella, V., Ippolito, A. and Nigro, F. 2002. Activity of calcium salts in controlling Phytophthora root rot of citrus. Crop Protection. 21: 751-756
- Enkhtuya, B., Rydlova, J. and Vosatka, M. 2000. Effectiveness of indigenous and non-indigenous isolates of arbuscular mycorrhizal fungi in soils from degraded ecosystems and man-made habitats. Applied soil ecology. 14: 201-211.
- Ghisalberti, E.L. and Sivasithamparan, K. 1991. Antifungal antibiotics produced by *Trichoderma* spp. Soil Biology & Biochemistry. 23: 1011-1020.
- Gregory S. G., Handelsman, J. and Parke J.L. 1990. Role of ammonia and calcium in lysis of zoospores of *Phytophthora cactorum* by *Bacillus cereus* strain UW85. Experimental Mycology. 14: 1-8.
- Harman, E.G. 2000. Myths and dogmas of biocontrol changes in perception derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease 84: 377-393.
- Harman, G.E., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, virulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology. 2: 43-56.
- Hjeljord, L. and Tronsmo, A. 1998. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control. *Trichoderma and Gliocladium* Vol 2, p.131-151.

- Hong, L., Duncan W., Kathryn A. L., Frank, B., and Carlo L. 1998. Biological control of *Botrytis*, *Phytophthora* and *Pythium* by *Bacillus subtilis* Cot1 and CL27 of micropropagated plants in high-humidity fogging glasshouses. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 52: 109–112.
- Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concept. *Plant Disease*. 87: 4-10.
- Hyakumachi, M. 1994. Plant growth promoting fungi from turgrass rhizosphere with potential for disease suspension. *Soil Microorganism*. 44: 53-68.
- Intana, W. 2003. Selection and development of *Trichoderma* spp. for high glucanase, antifungal metabolites producing and plant growth promoting isolates for biological control of cucumber damping-off caused by *Pythium* spp. (Doctoral dissertation, Kasetsart University).
- Intana, W. and Chamswarnng, C. 2007. Control of Chinese-kale damping-off caused by *Pythium aphanidermatum* by antifungal metabolites of *Trichoderma virens*. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 29(4): 919-927.
- Intana, W., T. Suwano, K. Chanpromma, M. Issarakraisila, and C. Chamswarnng. 2009. Antifungal metabolite from *Trichoderma harzianum* mutant strain for controlling anthracnose of chili (*Capsicum annuum* L.). *Philippine Agricultural Scientist*. 92 (4): 392-397.
- Intana, W., Yenjit, P., Suwanno, T., Sattasakulchai, S., Suwanno, M. and Chamswarnng, C. 2008. Efficacy of antifungal metabolites of *Bacillus* spp. for controlling tomato damping-off caused by *Pythium aphanidermatum*. *Walailak Journal of Science and Technology*. 5(1): 29-38.

- Marulanda, A., Barea, J.M. and Azcon, R. 2009. Stimulation of plant growth and drought tolerance by native microorganisms (AM fungi and bacteria) from dry environment: Mechanism related to bacterial effectiveness. *Journal of Plant Growth Regulation*. 28: 115-124.
- Shivanna, M.B., M.S. Meera and M. Hyakumachi. 1996. Role of root colonization ability of plant growth promotion fungi in the suspension of take-all and common root rot of wheat. *Crop Protection*. 15: 497-504.
- Suarez-Estrella, F., Vargas-García, C., Lopez, M.J., Capel, C. and Moreno, J. 2007. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis*. *Crop Protection*. 26: 46-53.
- Thomashow, L.S. 1996. Biological control of plant root pathogens. *Current Opinions in Biotechnology*. 7: 343-347.
- Worasatit, N., Sivasithamparan, K., Ghisalberti, E.L. and Rowland, C. 1994. Variation in pyrone production, lytic enzymes and control of *Rhizoctonia* root rot of wheat among single-spore isolates of *Trichoderma konigii*. *Mycological Research*. 98: 1357-1363.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

## 1. Potato Dextrose Agar (PDA) (อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปของ HIMEDIA®)

|                       |         |           |
|-----------------------|---------|-----------|
| ผงอาหาร PDA สำเร็จรูป | 39.0    | กรัม      |
| Distilled water       | 1,000.0 | มิลลิลิตร |

## 2. Nutrient Agar (NA) (อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูปของ HIMEDIA®)

|                      |         |           |
|----------------------|---------|-----------|
| ผงอาหาร NA สำเร็จรูป | 28.0    | กรัม      |
| Distilled water      | 1,000.0 | มิลลิลิตร |

## 3. Martin's medium

|                                           |         |           |
|-------------------------------------------|---------|-----------|
| $\text{KH}_2\text{PO}_4$                  | 1.0     | กรัม      |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0.5     | กรัม      |
| Peptone                                   | 5.0     | กรัม      |
| Dextrose                                  | 10.0    | กรัม      |
| Rose Bengal (1%)                          | 0.033   | กรัม      |
| Streptomycin                              | 1.0     | กรัม      |
| Agar                                      | 15.0    | กรัม      |
| Distilled water                           | 1,000.0 | มิลลิลิตร |

## ภาคผนวก ข

### บทความสำหรับการเผยแพร่

สรวิชัย เชวงเกียรติ วาริน อินทนา มนตรี อิศรไกรศีล สมศักดิ์ มณีพงศ์ อรรถกร พรทวี และปณณวิชัย เย็นจิตต์. 2556. การเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมโรครากเน่าของส้มโอโดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์กลายร่วมกับสารสกัดหยาบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. (Submitted)

### การอบรมเผยแพร่ผลงานวิจัย

1. จัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ในวันที่ 31 พฤษภาคม 2554 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 42 คน
2. จัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ในวันที่ 17 กรกฎาคม 2555 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 27 คน
3. จัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ในวันที่ 9 พฤศจิกายน 2555 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 31 คน



ภาพการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2554 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 42 คน



ภาพการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช  
เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2555 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 27 คน



ภาพการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เกษตรกรผู้ปลูกส้มโอ ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช  
เมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2555 มีเกษตรกรเข้าร่วมการอบรมจำนวน 31 คน



การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Phytophthora* spp. ในการก่อโรคบนใบส้มโอพันธุ์ขาวทองดี



การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรครากเน่าของกิ่งตอนส้มโอใน  
สภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง



ลักษณะของกิ่งตอนส้มโอที่ใช้ในทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรคราก  
เน่าของกิ่งตอนส้มโอในสภาพโรงเรือนปลูกพืชทดลอง



สภาพสวนส้มโอของคุณสัญญา แสงวิมาน หมู่บ้านแสงวิมาน ที่ใช้ในทดสอบประสิทธิภาพของ  
เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มโอ



สภาพสวนส้มโอของคุณสัญญา แสงวิมาน หมู่บ้านแสงวิมาน ที่ใช้ในทดสอบประสิทธิภาพของ  
เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มโอ



สภาพสวนส้มโอของคุณสัญญา แสงวิมาน หมู่บ้านแสงวิมาน ที่ใช้ในทดสอบประสิทธิภาพของ  
เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการควบคุมโรครากเน่าของส้มโอ