



ภาพที่ 8 การทดลองใน crop ที่ 2 (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2547)

ในภาพพืชทดสอบมีอายุได้ประมาณ 3 สัปดาห์ (ก่อนเข้าสู่แผนการทดลอง)

4. การทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์และแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืชในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* ในระบบ NFT (crop 3 : กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2548)

4.1 ระบบปลูกที่ใช้ ได้แก่ระบบปลูกพืชแบบ NFT ที่ได้ทำการเตรียมและติดตั้งไว้แล้วตั้งแต่ crop ที่ 1 ก่อนการใช้งานทำความสะอาดและฆ่าเชื้อระบบเช่นเดียวกับหัวข้อ 3.1

4.2 ทำการเพาะกล้าผักสลัดซึ่งในการทดลองนี้ ได้แก่ สลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และ บัตเตอร์เฮด การเพาะและการอนุบาลต้นกล้า เช่นเดียวกับการทดลองในหัวข้อ 2.2

4.3 กรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 (Tr1) ทำการพรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* (ยูนิเซฟชนิดเชื้อสด) ลงในสารละลายธาตุอาหารในอัตราประมาณ 10^8 สปอร์ต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 2 (Tr2) ทำการพรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* (ลามินาร์) ลงในสารละลายธาตุอาหารในอัตราประมาณ 10^9 เซลล์ต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 3 (Tr3) ทำการทรีตด้วยแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืช (rhizobacteria) ไอโซเลท R9⁴ ลงในสารละลายธาตุอาหารในอัตราประมาณ 10⁹ เซลล์ต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 4 (Tr4) ทำการทรีตด้วยแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืช (rhizobacteria) ไอโซเลท R10⁴ ลงในสารละลายธาตุอาหารในอัตราประมาณ 10⁹ เซลล์ต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 5 (Tr5) เป็น inoculation control ไม่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์หรือ rhizobacteria ไอโซเลทใดๆ

กรรมวิธีที่ 6 (Tr6) เป็น healthy control ไม่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์หรือ rhizobacteria ไอโซเลทใดๆ และไม่ทำการปลูกเชื้อ

แต่ละกรรมวิธีจะประกอบไปด้วยรางปลูกพืช 3 ราง (3 ซ้ำ) ซึ่งมีต้นพืชอยู่ทั้งหมดประมาณ 30-36 ต้น (หน่วยทดลอง) การทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์และ rhizobacteria จะกระทำ 2 ครั้งแต่ละครั้ง ห่างกัน 3 วัน

4.4 การปลูกเชื้อจะกระทำเมื่อพืชทดสอบมีอายุได้ประมาณ 4-5 สัปดาห์ (หรือประมาณ 1 สัปดาห์ หลังจากการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์หรือ rhizobacteria) การเตรียมเชื้อก่อโรคกระทำเช่นเดียวกับหัวข้อ 2.4 ความเข้มข้นของเชื้อก่อโรคที่ใช้ในครั้งนี้เป็น 10⁴ propagules/ml จำนวน 200 ml ใส่ลงไปโดยตรงในถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

4.5 ทำการประเมินความรุนแรงของการเกิดโรค (disease severity) เช่นเดียวกับหัวข้อ 2.5

4.6 ทำการเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักสดของพืช เมื่อพืชมีอายุได้ 6 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรม JMP[®] (SAS Institute Inc. Cary, NC)

⁴ แยกได้จากรากของผักสลัดเรดโอ๊ค ต้นปกติ จากตัวอย่างพืชที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงโครงการระยะที่ 1 ซึ่งไอโซเลทดังกล่าว ผ่านการทดสอบเบื้องต้นในสภาพ *in vitro* แล้วพบว่ามีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. myriotylum* ได้ตามรายละเอียดในเอกสารงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่แล้วหมายเลข 3 (ภาคผนวก ข)



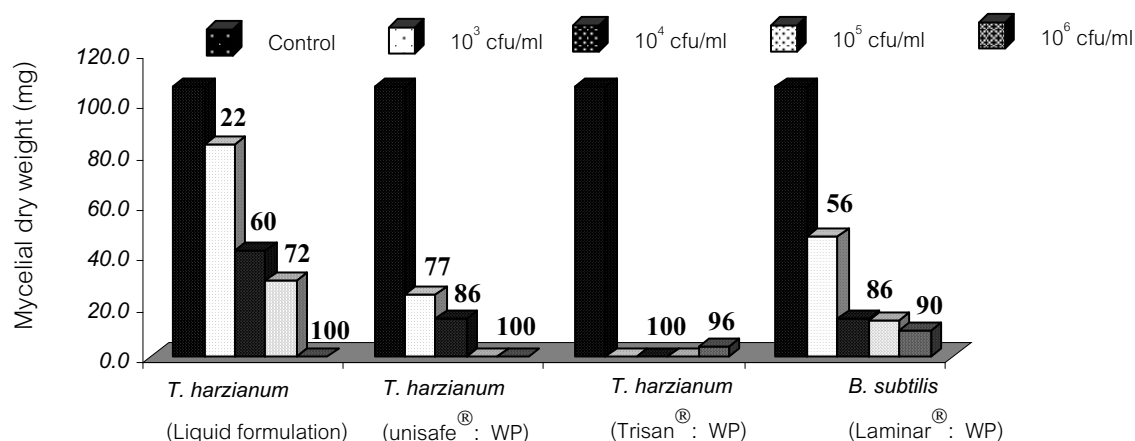
ภาพที่ 9 การทดลองใน crop ที่ 3 (กุ่มภาพันท์ - มีนาคม 2548)

ในภาพพืชทดสอบมีอายุได้ประมาณ 4-5 สัปดาห์ (ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์หรือ rhizobacteria แล้ว แต่ยังไม่ได้ทำการปลูกเชื้อ)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *P. myriotylum* ในสภาพ *in vitro*

ผลการทดสอบพบว่าชีวผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่นำมาทดลองในครั้งนี้ได้แก่ ชีวผลิตภัณฑ์ของ *T. harzianum* 3 ผลิตภัณฑ์ (ยูนิเซฟชนิดน้ำ ยูนิเซฟชนิดผง และไตรซานชนิดผง) และชีวผลิตภัณฑ์ของ *B. subtilis* 1 ผลิตภัณฑ์ (ลามินาร์) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *P. myriotylum* ได้ เมื่อใช้ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10^3 - 10^6 cfu/ml โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งดังนี้ *T. harzianum* (ยูนิเซฟชนิดน้ำ) ยับยั้งได้ 22-100 %, *T. harzianum* (ยูนิเซฟชนิดผง) ยับยั้งได้ 77-100 %, *T. harzianum* (ไตรซาน) ยับยั้งได้ 96-100 %, *B. subtilis* (ลามินาร์) สามารถยับยั้งได้ 56-90 % (ภาพที่ 10)



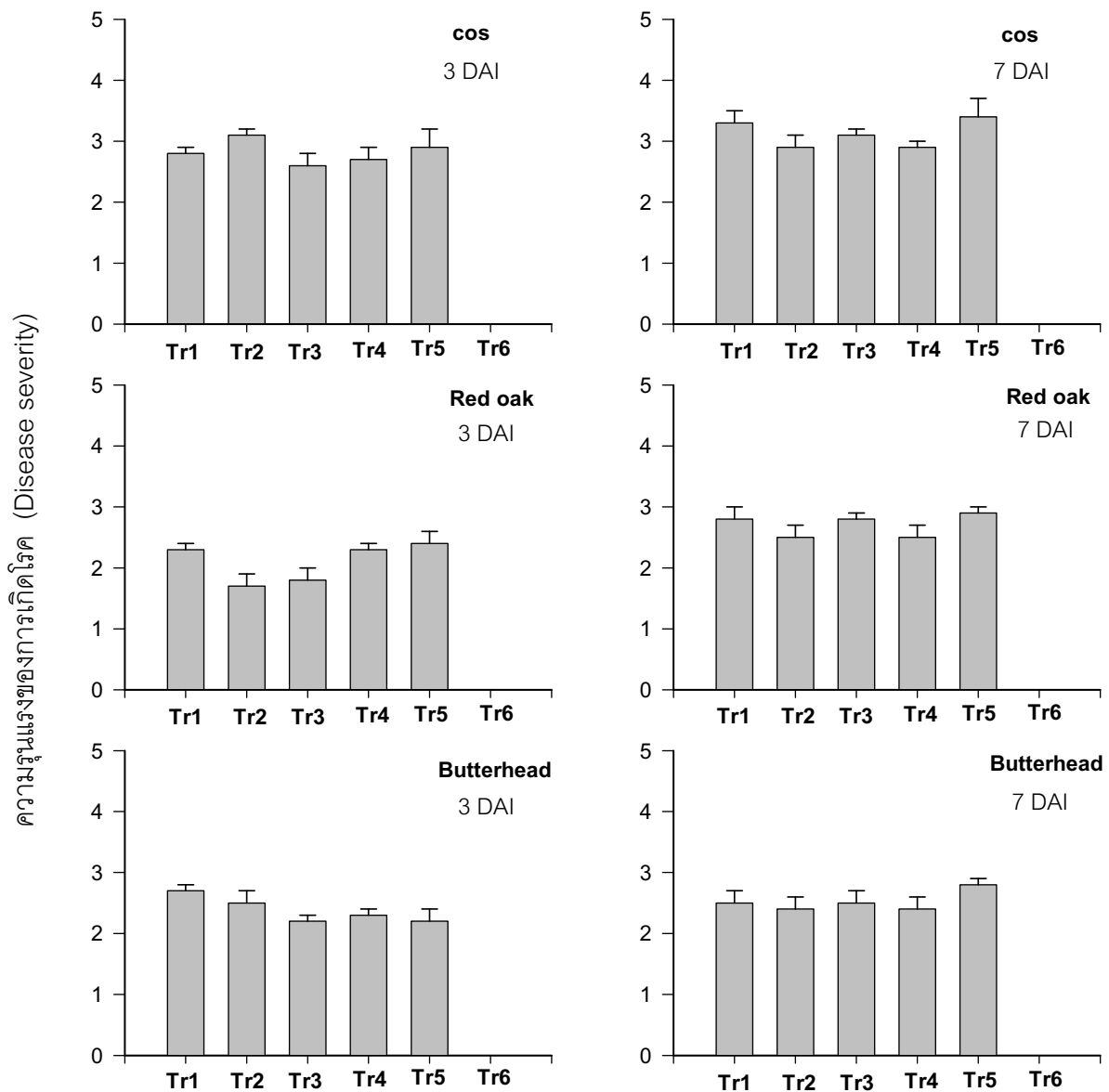
ภาพที่ 10 น้ำหนักแห้งของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* ในอาหาร NS-broth ที่มีส่วนผสมของชีวผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
ตัวเลขที่อยู่เหนือแท่งกราฟ แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (inhibitory percentage) เมื่อเปรียบเทียบกับ control

ผลการศึกษาในส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าชีวผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดบางชนิด มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* สาเหตุโรครากเน่าในผักสลัดได้โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งได้ตั้งแต่ 22-100 % ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ สายพันธุ์ และการผสมสูตร (formulation) ที่แตกต่างกันของแต่ละชีวผลิตภัณฑ์ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วพบว่าที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10^5 - 10^6 cfu/ml เกือบทุกผลิตภัณฑ์จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุได้มากกว่า 80%

2. การทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* ในระบบ NFT (crop 1 : ตุลาคม – พฤศจิกายน 2547)

จากการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* (ไตรซาน) และ *B. subtilis* (ลามินาร์) ทรีตให้แก่ต้นสลัดที่อายุประมาณ 3 สัปดาห์ จำนวน 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการปลูกเชื้อ โดยการทรีตในรูปแบบต่างๆ กันคือ ใส่ลงในสารละลายธาตุอาหาร และให้แก่ต้นพืชโดยตรง จากนั้นทำการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคในแง่ของความรุนแรงของการเกิดโรค (disease severity) และการเจริญเติบโตได้ผลดังนี้

2.1 ความรุนแรงของการเกิดโรค



ภาพที่ 11 ความรุนแรงของการเกิดโรครากเน่าในผักสลัดคอส เรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด ที่ทำการทรีต

ด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* และ *B. subtilis* รูปแบบต่างๆ (crop 1: ต.ค. – พ.ย. 47)

ความรุนแรงของการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีของพืชทดสอบแต่ละชนิด

= ผลรวมของ (พืชแต่ละต้น x ค่าระดับของการเกิดโรค) ; ($n \geq 10$)

จำนวนต้นพืชทั้งหมด

ค่าระดับของการเกิดโรคคือ : 0 = พืชปกติรากมีสีขาว ; 1 = รากมีสีน้ำตาลแดง ; 2 = รากพืชมีสีน้ำตาลแดง-เน่า ; 3 = รากเน่า พืชเหี่ยวชั่วคราว ; 4 = รากเน่า พืชเหี่ยวอย่างถาวร ; 5 = ต้นพืชตาย โดยทำการประเมินที่ 3 และ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ (day after inoculation : DAI)

Tr1 = *B. subtilis* 10^8 cfu/ml จำนวน 120 ml เทราดผ่านรางปลูกพืชลงในสารละลายธาตุอาหาร ;

Tr2 = *T. harzianum* 10^8 cfu/ml จำนวน 120 ml เทราดผ่านรางปลูกพืชลงในสารละลายธาตุ

อาหาร ; Tr3 = *B. subtilis* 10^8 cfu/ml ให้แก่ต้นพืชจำนวน 10 ml/ต้น ; Tr4 = *T. harzianum* 10^8

cfu/ml ให้แก่ต้นพืช จำนวน 10 ml/ต้น ; Tr5 = inoculation control ; Tr6 = healthy control

ความรุนแรงของการเกิดโรคที่แสดงไว้ในภาพที่ 11 ได้ทำการประเมินที่ 3 และ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ (3 DAI และ 7 DAI) ด้วย *P. myriotylum* RD8 พบว่า ในกรรมวิธีที่ทำการปลูกเชื้อ (Tr1 - Tr5) ค่าความรุนแรงของการเกิดโรคโดยเฉลี่ยที่พบในผักสลัดคอส เรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด จะอยู่ในช่วงระดับ 2-3 เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ทำการปลูกเชื้อหรือ healthy control (Tr6) ซึ่งไม่พบอาการของโรคเลย (ค่าความรุนแรงของเป็นศูนย์) แสดงให้เห็นว่า *P. myriotylum* RD8 ที่ได้นำมาทดลองในครั้งนี้ เป็นเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรครากเน่าในผักสลัดได้อย่างรุนแรง อย่างไรก็ตามในการเปรียบเทียบค่าความรุนแรงของการเกิดโรคในผักสลัดทั้ง 3 ชนิด ในกรรมวิธีที่ทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ ทั้งจาก *B. subtilis* และ *T. harzianum* โดยการใส่ลงในสารละลายธาตุอาหารหรือให้โดยตรงแก่ต้นพืช (Tr1 — Tr4) เปรียบเทียบกับ inoculation control (Tr5) กลับก็พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด

2.2 การเจริญเติบโต

ตารางที่ 9 น้ำหนักสดของผักสลัดคอส ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิด (crop 1 : ต.ค. — พ.ย. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>B. subtilis</i> ทางสารละลายธาตุอาหาร	43.8 b	11.8 ab	55.6 b ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> ทางสารละลายธาตุอาหาร	42.6 b	7.2 b	47.7 b
Tr3 <i>B. subtilis</i> ทางรากพืช	34.2 b	6.5 b	40.7 b
Tr4 <i>T. harzianum</i> ทางรากพืช	44.2 b	7.8 b	51.9 b
Tr5 inoculation control	44.0 b	8.7 ab	52.7 b
Tr6 healthy control	115.0 a	17.6 a	132.6 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ในถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดของผักสลัดเรดโอ๊ค ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการหรีดด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิด
(crop 1 : ต.ค. — พ.ย. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>B. subtilis</i> ในสารละลายธาตุอาหาร	30.4 b	4.4 d	34.8 b ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> ในสารละลายธาตุอาหาร	36.3 b	5.2 cd	41.6 b
Tr3 <i>B. subtilis</i> ทางรากพืช	36.5 b	5.8 c	42.3 b
Tr4 <i>T. harzianum</i> ทางรากพืช	32.6 b	5.7 cd	38.3 b
Tr5 inoculation control	34.1 b	7.2 b	41.4 b
Tr6 healthy control	75.5 a	9.0 a	84.5 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ในถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

ตารางที่ 11 น้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิด (crop 1 : ต.ค. — พ.ย. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>B. subtilis</i> ในสารละลายธาตุอาหาร	60.0 b	8.1 b	68.1 bc ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> ในสารละลายธาตุอาหาร	64.9 b	9.3 ab	74.2 b
Tr3 <i>B. subtilis</i> ทางรากพืช	49.4 b	7.5 b	56.8 c
Tr4 <i>T. harzianum</i> ทางรากพืช	57.5 b	7.7 b	65.2 bc
Tr5 inoculation control	60.7 b	10.5 a	71.3 bc
Tr6 healthy control	91.3 a	11.0 a	102.2 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ใถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ในแง่ของการเจริญเติบโต ซึ่งทำการประเมินจากน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักสลัดในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 9 – 11) พบว่าผลการทดลองสอดคล้องกับค่าความรุนแรงของการเกิดโรค ที่ได้รายงานผลไว้ก่อนหน้านี้แล้ว คือ น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นของผักสลัดทุกชนิดในทุกกรรมวิธีที่ทำการปลูกเชื้อด้วย *P. myriotylum* RD8 สาเหตุโรครากเน่า (Tr1 – Tr5) จะมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่ทำการปลูกเชื้อ (Tr6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ (Tr1 – Tr4) ก็ไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดใบและต้น ของต้นสลัดมีความแตกต่างกันทางสถิติกับ inoculation control (Tr5) แต่อย่างไร ในแง่ของค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยทั้งต้นในผักสลัดคอส (ตารางที่ 9) พบว่า ในกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วย *B. subtilis* ลงในสารละลายธาตุอาหาร (Tr1) จะมีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยดีกว่า inoculation control เล็กน้อย (55.6 กับ 52.7 กรัม/ต้น, ตามลำดับ) ในกรณีของผักสลัดบัตเตอร์เฮด (ตารางที่ 11) ก็พบว่าการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายธาตุอาหาร อาจให้ผลดีกว่าการทรีตโดยตรงแก่รากพืช โดยพบว่าในกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วย *T. harzianum* ในสารละลายธาตุอาหาร (Tr2) ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยทั้งต้นดีกว่า inoculation control เล็กน้อย (74.2 กับ 71.3 กรัม/ต้น, ตามลำดับ) เช่นกัน

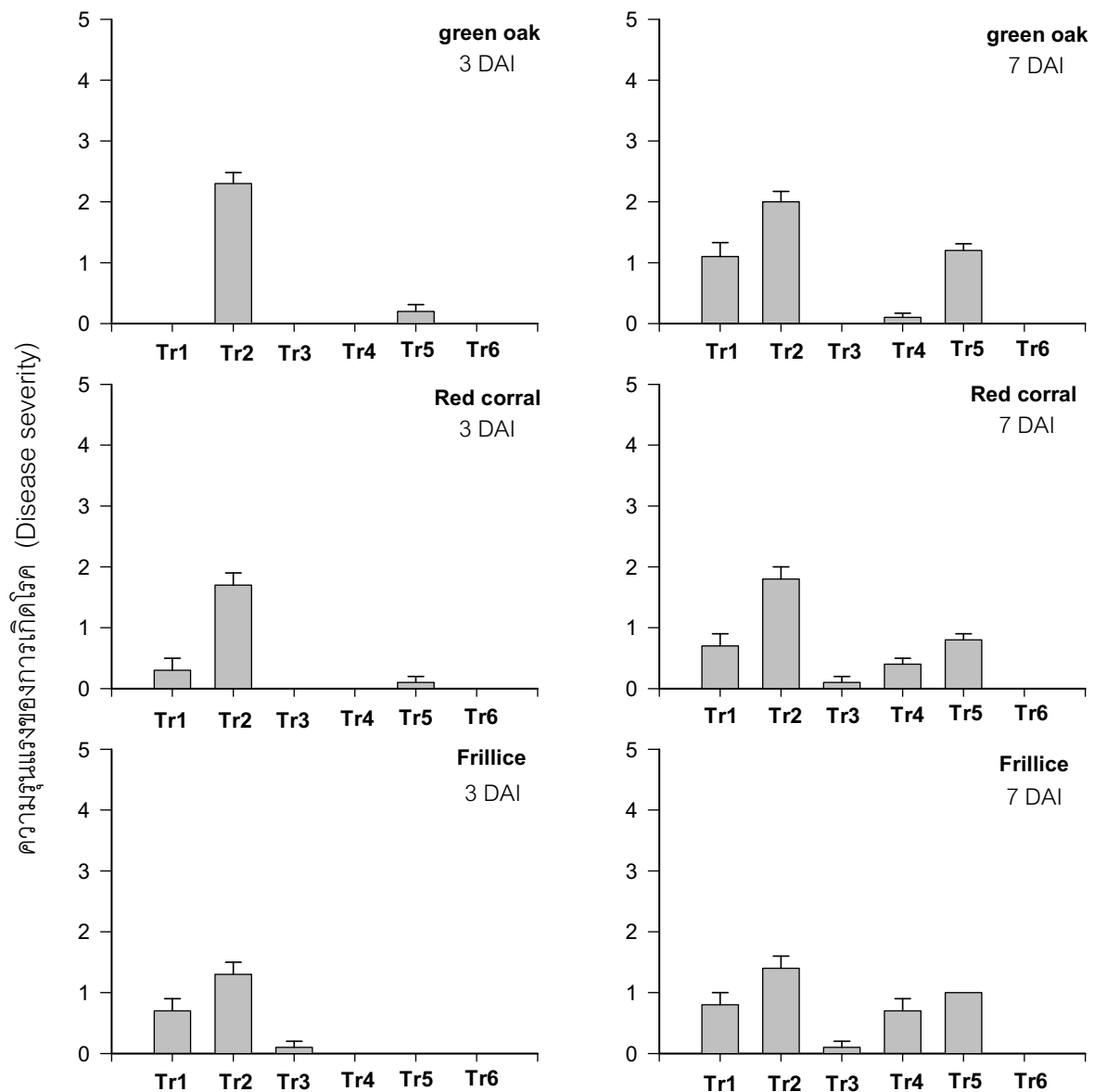
ผลการศึกษาใน crop ที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* หรือ *T. harzianum* ให้แก่ต้นพืชโดยตรงทางรากในอัตราความเข้มข้น 10^8 cfu/ml จำนวน 10 ml/ต้น หรือทางสารละลาย

ธาตุอาหารในอัตราความเข้มข้น 10^8 cfu/ml จำนวน 120 ml/รางปลูกพืช (โดยมีสารละลายธาตุอาหารหมุนเวียนอยู่ในระบบจำนวนประมาณ 20 ลิตร) นั้นไม่สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* เมื่อทำการปลูกเชื้อสาเหตุดังกล่าวลงในระบบในอัตรา 10^5 propagules/ml จำนวน 200 ml/1 รางปลูกพืช โดยพบว่าการปลูกเชื้อในอัตราดังกล่าวจะทำให้เกิดโรค 100% ภายใน 3 วัน ในทุกกรรมวิธีที่ทำการปลูกเชื้อ โดยมีค่าความรุนแรงอยู่ในระดับประมาณ 3 (พืชส่วนใหญ่มีอาการรากเน่าดำและแสดงอาการเหี่ยว) ผลของการเกิดโรคอย่างรุนแรงและเฉียบพลันในระยะเริ่มต้น จากการปลูกเชื้อสาเหตุที่อาจจะมากเกินไป ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์ในแต่ละกรรมวิธีได้ และเป็นผลต่อเนื่อง ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหมือนกันหมดในทุกกรรมวิธีที่ทำการปลูกเชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ (healthy control) แต่ก็มีข้อสังเกตว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ใส่ลงไปในการละลายธาตุอาหาร อาจมีแนวโน้มที่จะช่วยลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ อาจเป็นไปได้ว่ากลไกหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาชีวผลิตภัณฑ์ก็คือ การเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุ (antagonistic mechanism) ดังนั้นจุลินทรีย์ออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าว อาจไปช่วยลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่หมุนเวียนอยู่ในระบบให้น้อยลงได้ ในทางกลับกันการทรีตชีวผลิตภัณฑ์ให้แก่พืชโดยตรงทางราก แม้จะเป็นวิธีการหนึ่งที่ดีในการควบคุมโดยชีววิธีเพราะจะทำให้เกิดการเกาะตัวที่ราก (colonization) ของจุลินทรีย์ได้โดยตรง แต่เนื่องจากจุลินทรีย์ออกฤทธิ์ที่ได้นำมาทดลองในครั้งนี้ เป็นจุลินทรีย์ที่นำเข้ามา (introduced strain) ดังนั้น การเกาะตัวที่รากอาจทำได้ไม่ดีเท่ากับจุลินทรีย์ท้องถิ่น (indigenous strain) ที่มีอยู่แล้ว (Postma *et al.*, 2000) ซึ่งข้อสังเกตดังกล่าวเป็นข้อสันนิษฐานเบื้องต้นที่อาจเป็นไปได้จากผลการทดลองใน crop นี้

3. การทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* ในระบบ NFT (crop 2 : พืชจิกายน – ธันวาคม 2547)

จากการทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* 3 รูปแบบ (ยูนิเซฟชนิดน้ำ, ยูนิเซฟชนิดผง และไตรซานชนิดผง) และ *B. subtilis* (ลามินาร์) ใส่ลงไปในการละลายธาตุอาหาร ให้มีความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ในสารละลายธาตุอาหารประมาณ 10^8 cfu/l เป็นระยะเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ก่อนการปลูกเชื้อ จากนั้นจึงประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคในแง่ของความรุนแรงของการเกิดโรค (disease severity) และการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับการทดลองใน crop ที่ 1 ได้ผลดังนี้

3.1 ความรุนแรงของการเกิดโรค



ภาพที่ 12 ความรุนแรงของการเกิดโรครากเน่าในผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดคอรอล และฟริลลิช ที่ทำการพรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* และ *B. subtilis* รูปแบบต่างๆ (crop 2 : พ.ย.- ธ.ค. 47)

ความรุนแรงของการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีของพืชทดสอบแต่ละชนิด

= ผลรวมของ (พืชแต่ละต้น x ค่าระดับของการเกิดโรค) ; (n ≥ 10)

จำนวนต้นพืชทั้งหมด

ค่าระดับของการเกิดโรคคือ : 0 = พืชปกติรากมีสีขาว ; 1 = รากมีสีน้ำตาลแดง ; 2 = รากพืชมีสีน้ำตาลแดง-เน่า ; 3 = รากเน่า พืชเหี่ยวชั่วคราว ; 4 = รากเน่า พืชเหี่ยวอย่างถาวร ; 5 = ต้นพืชตาย โดยทำการประเมินที่ 3 และ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ (day after inoculation : DAI)

Tr1 = *T. harzianum* (ยูนิเซฟชนิดน้ำ) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^8 cfu/l ; Tr2 = *T. harzianum* (ยูนิเซฟชนิดผง) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^8 cfu/l ; Tr3 = *T. harzianum* (ไตรซานชนิดผง) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^8 cfu/l ; Tr4 = *B. subtilis* (ลาร์มินาร์) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^8 cfu/l ; Tr5 = inoculation control ; Tr6 = healthy control

ในการประเมินความรุนแรงของการเกิดโรคที่เวลา 7 วันหลังการปลูกเชื้อ (7 DAI) พบว่าการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ด้วย *T. harzianum* ไตรซานชนิดผง (Tr3) และ *B. subtilis* ลามินาร์ (Tr4) ลงในสารละลายธาตุอาหาร ในอัตราความเข้มข้นประมาณ 10^8 cfu/l ของสารละลายธาตุอาหาร มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าที่เกิดจาก *P. myriotylum* ได้ โดยที่ระดับความรุนแรงของการเกิดโรคในผักสลัดทั้ง 3 ชนิด (กรีนโอ๊ค เรดคอเลอรอล และฟรีลช) ที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าวก่อนการปลูกเชื้อ จะต่ำกว่า inoculation control (Tr5) (ภาพที่ 12)

การทดลองใน crop ที่ 2 นี้ ได้ทำการทรีตชีวผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ 4 ชนิด ลงไปในสารละลายธาตุอาหาร โดยการทรีตในครั้งแรกได้ใช้อัตราส่วนความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูง (ประมาณ 10^8 cfu/ml ของสารละลายธาตุอาหาร) ผลปรากฏว่าทำให้รากพืชเกิดความเสียหาย จึงได้ทำการเปลี่ยนถ่ายสารละลายใหม่ทั้งหมด และลดความเข้มข้นลงเหลือประมาณ 10^4 cfu/l ของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ ในการปลูกเชื้อก็ทำการลดความเข้มข้นของเชื้อสาเหตุลง โดยใช้เชื้อสาเหตุที่มีความเข้มข้น 10^4 propagules/ml จำนวน 200 ml ซึ่งก็พบว่าค่าความรุนแรงของการเกิดโรคของการทดลองใน crop นี้ อยู่ในระดับที่ต่ำ พอที่จะเห็นความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธีที่ศึกษาได้ (ภาพที่ 12) จากภาพที่ 12 พบว่าที่เวลา 3 วันหลังการปลูกเชื้อ (3 DAI) การพัฒนาของโรคยังไม่มากนัก (ค่าเฉลี่ยความรุนแรงของ inoculation control ในผักสลัดทั้ง 3 ชนิดอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1) ยกเว้นในกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ยูนิเซฟชนิดผง (Tr2) พบว่ามีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ซึ่งน่าจะเป็นผลกระทบต่อเนื่องมาจากการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในอัตราความเข้มข้นที่สูงเกินไปในครั้งแรก โดยที่ความอ่อนไหว (sensitive) ต่อผลกระทบของการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ในความเข้มข้นที่สูงเกินไปในผักสลัดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ซึ่งในผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าในสลัดกรีนโอ๊คจะอ่อนไหวต่อผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ยูนิเซฟชนิดผง (Tr2), ผักสลัดเรดโอ๊คอ่อนไหวต่อผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ยูนิเซฟทั้งชนิดน้ำและชนิดผง (Tr1 และ Tr2) ส่วนผักสลัดฟรีลช จะอ่อนไหวต่อผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ยูนิเซฟชนิดน้ำและชนิดผง และ ไตรซานชนิดผง (Tr1, Tr2 และ Tr3) โดยพบว่าในกรรมวิธีดังกล่าวจะมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคเฉลี่ยในระดับ 1-2 ข้อสังเกตดังกล่าวเป็นผลการทดลองที่ได้รับโดยบังเอิญ (accidental data) ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้

3.2 การเจริญเติบโต

ตารางที่ 12 น้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊ค ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิด ลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 2 : พ.ย. — ธ.ค. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดน้ำ)	119.9 ab	15.2 ab	135.1 ab ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดผง)	60.2 c	7.0 c	67.2 c
Tr3 <i>T. harzianum</i> (ไตรซานชนิดผง)	140.4 a	18.1 a	158.5 a
Tr4 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	95.7 bc	12.1 bc	107.8 bc
Tr5 inoculation control	115.4 ab	16.8 ab	132.2 ab
Tr6 healthy control	127.3 ab	15.8 ab	143.1 ab

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ตารางที่ 13 น้ำหนักสดของผักสลัดเรดคอรอล ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิดลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 2 : พ.ย. — ธ.ค. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดน้ำ)	89.3 a	8.3 ab	97.6 a ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดผง)	59.9 b	5.6 c	65.5 b
Tr3 <i>T. harzianum</i> (ไตรซานชนิดผง)	106.3 a	10.5 a	116.8 a
Tr4 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	92.0 a	7.0 bc	99.0 a
Tr5 inoculation control	98.9 a	7.7 bc	106.6 a
Tr6 healthy control	100.2 a	7.4 bc	107.7 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ตารางที่ 14 น้ำหนักสดของผักสลัดฟรียีช ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์บางชนิดลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 2 : พ.ย. – ธ.ค. 47)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดน้ำ)	46.7 bc	3.3 bc	49.9 bc ^{5/}
Tr2 <i>T. harzianum</i> (ยูนิเซฟชนิดผง)	37.3 c	2.4 c	39.7 c
Tr3 <i>T. harzianum</i> (ไตรซานชนิดผง)	73.3 a	6.8 a	80.1 a
Tr4 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	59.7 abc	5.3 ab	65.0 abc
Tr5 inoculation control	61.9 abc	5.0 ab	66.8 abc
Tr6 healthy control	65.0 ab	4.6 b	69.6 ab

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P<0.05)

การประเมินการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้ง 3 ชนิด ที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ จากน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นพบว่า ผลการทดลองในผักสลัดทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ สลัดกรีนโอ๊ค (ตารางที่ 12) สลัดเรดคอสลออล (ตารางที่ 13) และสลัดฟรียีช (ตารางที่ 14) เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ ในกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วย ผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ไตรซานชนิดผง (Tr3) จะมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างดี เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ รวมถึงกรรมวิธีที่ไม่ทำการปลูกเชื้อสาเหตุ (healthy control) ด้วย แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ในการควบคุมโรครากเน่าในระบบ NFT หากมีสภาพการเกิดโรคที่ไม่รุนแรงนัก นอกจากนี้การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในอัตราที่เหมาะสมยังอาจช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในระบบ NFT ได้ด้วย อย่างไรก็ตามผลกระทบจากการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* บางผลิตภัณฑ์ในความเข้มข้นที่สูงเกินไป ซึ่งในการทดลองนี้ได้แก่ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ยูนิเซฟชนิดผง (Tr2) มีผลต่อเนื่องมาถึงการเจริญเติบโต แม้จะได้ทำการเปลี่ยนถ่ายสารละลาย และปรับลดความเข้มข้นของชีวผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้วก็ตาม โดยยังคงพบว่า น้ำหนักสดเฉลี่ยในทุกส่วนของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิด ในกรรมวิธีดังกล่าวจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

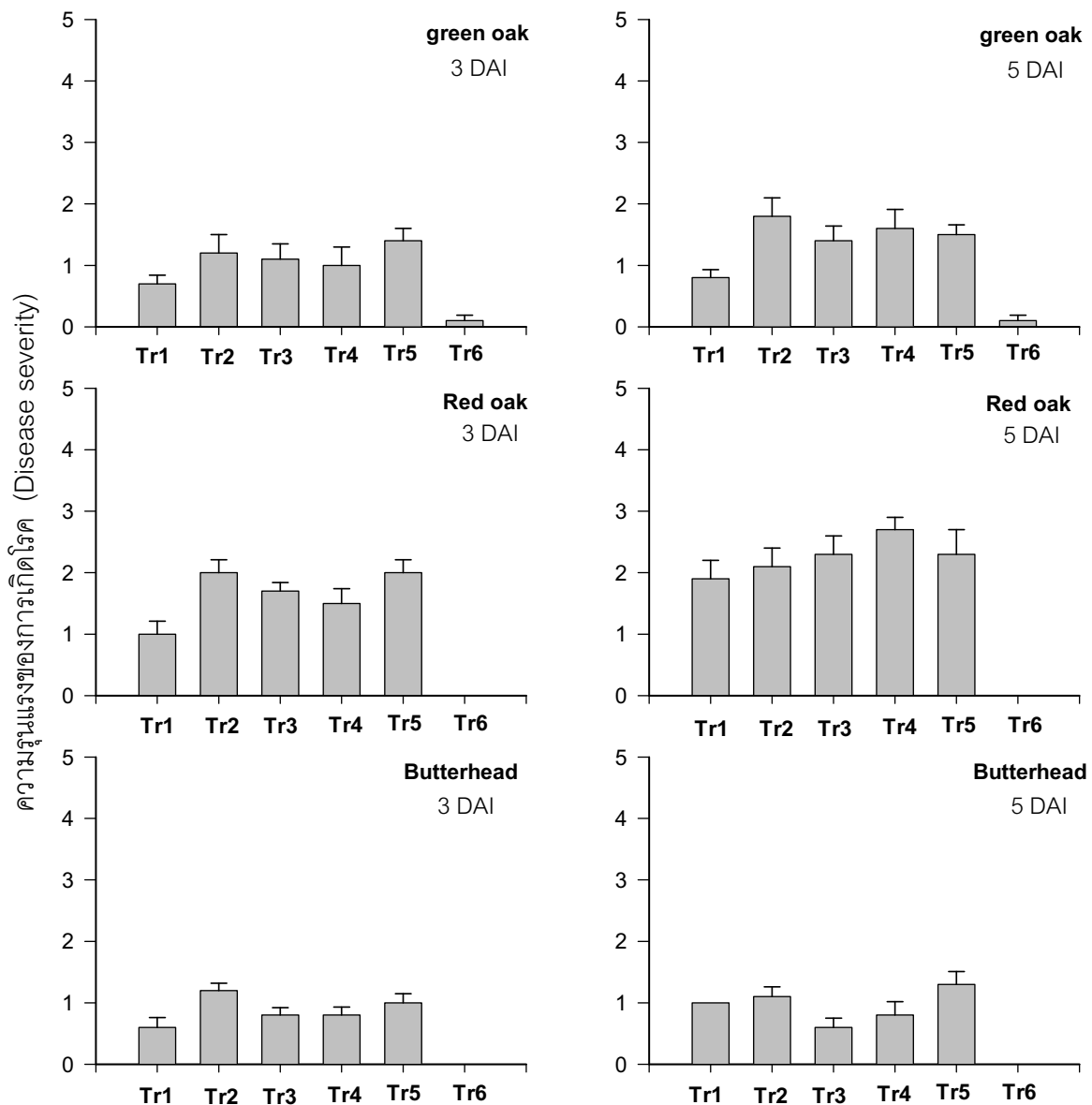
ผลการทดลองใน crop ที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ใส่ลงไปในสารละลายธาตุอาหารในอัตราความเข้มข้นประมาณ 10^8 cfu/l ของสารละลายธาตุอาหารมีแนวโน้มที่จะช่วยลด

ความเสียหายจากโรคได้ นอกจากนี้ชีวผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก *T. harzianum* ซึ่งในการทดลองนี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไตรซานชนิดผง อาจมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืชได้ ทั้งนี้ต้องอยู่ในสภาพที่มีอุบัติการณ์ของโรคไม่รุนแรง ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการปลูกเชื้อ *P. myriotylum* ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าการทดลองใน crop ที่ 1 อีกทั้งการปลูกเชื้อยังเป็นการใส่ลงไปโดยตรงในถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร ไม่ใช่ผ่านรางปลูกพืช เช่นการทดลองใน crop ที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ดีชีวผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก *T. harzianum* เช่นกัน แต่ต่างชนิดกัน ซึ่งในการทดลองนี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของยูนิเซฟชนิดผง หากใส่ลงไปในการละลายธาตุอาหารในความเข้มข้นที่สูงเกินไป อาจเป็นอันตรายต่อรากพืชได้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะความแตกต่างกันของสายพันธุ์ *T. harzianum* ที่นำมาเป็นสารออกฤทธิ์ในแต่ละผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงการผสมสูตร (formulation) ที่แตกต่างกันด้วย แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าความเข้มข้นที่สูงไปดังกล่าว (10^8 cfu/ml ของสารละลายธาตุอาหาร) หากเป็นกรณีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก *B. subtilis* ผลกระทบทางลบจะมีน้อยกว่าของผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ในแง่ของผลกระทบจากผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ดังกล่าว พบว่าผักสลัดแต่ละชนิดจะมีความอ่อนไหว (sensitive) ที่แตกต่างกันในแง่ของจำนวนของผลิตภัณฑ์ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ตามลำดับดังนี้คือ ผักสลัดพริลลี > ผักสลัดเรดคอรอล > ผักสลัดกรีนโอ๊ค ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดผลทางบวกต่อการป้องกันโรครากเน่าหรือการเจริญเติบโตได้ดังกล่าวนำมาแล้ว ซึ่งอัตราส่วนหรือความเข้มข้นที่เหมาะสมนั้นไม่ได้อยู่ในขอบเขตที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามผลการทดลองใน crop ที่ 2 นี้ ยังไม่อาจสรุปผลได้อย่างชัดเจนเท่าที่ควร ถึงประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการทดลองต่อการควบคุมโรครากเน่า เนื่องจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสดของ inoculation control กับ healthy control ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ถ้าพิจารณาในแง่ของความรุนแรงของการเกิดโรครวมด้วยก็พอจะมองเห็นแนวโน้มของความแตกต่างได้บ้าง ซึ่งการที่ค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยของ inoculation control กับ healthy control ไม่แตกต่างกันเป็นเพราะได้ทำการชั่งน้ำหนักพืชทดสอบที่อายุ 6 สัปดาห์ หรือประมาณ 2 สัปดาห์หลังการปลูกเชื้อ ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวพืชมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และมีการใช้สารละลายธาตุอาหารอย่างมาก จึงต้องมีการเติมสารละลายใหม่เข้าไป นอกจากนี้การจัดการสารละลายในระหว่างการปลูกซึ่งได้แก่ ค่า pH และ EC ต้องกระทำอยู่เป็นประจำ การปรับ (refresh) สารละลายให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมอยู่เสมอ ประกอบกับการทดลองใน crop นี้ ทำการทดลองในช่วงที่มีอากาศเย็น และการปลูกเชื้อในครั้งนี้ใช้อัตราความเข้มข้นที่น้อยลง จึงทำให้พืชทดสอบทั้งสองกรรมวิธีมีการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกันในช่วงท้ายของการทดลอง] ผลสรุปที่ไม่ชัดเจนดังกล่าวประกอบกับการได้มีโอกาสพูดคุยกับผู้ผลิตบางราย ที่มีการใช้เชื้อรา *Trichoderma* ในระบบปลูกพืชแบบ NFT ได้ให้ข้อมูลว่าได้ใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในรูปของเชื้อสด (fresh culture) จึงได้ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งใน crop ที่ 3 ซึ่งในที่นี้จะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ชนิดเชื้อสด ผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* และ rhizobacteria บางไอโซเลท ที่แยกได้จากระบบ NFT ในการควบคุมโรครากเน่าร่วมด้วย

4. การทดลองใช้ชีวผลิตภัณฑ์และแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืชในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* ในระบบ NFT (crop 3 : กุมภาพันธุ์ – มีนาคม 2548)

ในการทดลองนี้นอกจากจะทำการทดสอบประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์แล้ว ยังได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืช (rhizobacteria) บางไอโซเลทร่วมด้วย ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวแยกได้จากรากของผักสลัด ต้นที่สมบูรณ์แข็งแรงที่ปลูกในระบบ NFT โดยก่อนที่จะนำมาทดลองได้มีการทดสอบเบื้องต้นในสภาพ *in vitro* แล้วว่ามีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* ได้ (ตามเอกสารที่ได้พิมพ์เผยแพร่แล้ว หมายเลข 3 ภาคผนวก ข) จึงได้นำมาทดสอบต่อในระบบ NFT ถึงความเป็นไปได้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรครากเน่าดังกล่าว แล้วประเมินผลจากความรุนแรงของโรค (disease severity) และการเจริญเติบโตของพืชในแต่ละกรรมวิธีที่ศึกษาดังนี้

4.1 ความรุนแรงของการเกิดโรค



ภาพที่ 13 ความรุนแรงของการเกิดโรครากเน่าในผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด ที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ และ rhizobacteria บางไอโซเลท (crop 3 : ก.พ.- มี.ค. 48)

ความรุนแรงของการเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีของพืชทดสอบแต่ละชนิด

= $\frac{\text{ผลรวมของ (พืชแต่ละต้น x ค่าระดับของการเกิดโรค)}}{\text{จำนวนต้นพืชทั้งหมด}}$; ($n \geq 10$)

จำนวนต้นพืชทั้งหมด

ระดับของการเกิดโรคคือ : 0 = พืชปกติรากมีสีขาว; 1 = รากมีสีน้ำตาลแดง ; 2 = รากพืชมีสีน้ำตาลแดง-เน่า ; 3 = รากเน่า พืชเหี่ยวชั่วคราว ; 4 = รากเน่า พืชเหี่ยวอย่างถาวร ; 5 = ต้นพืชตาย โดยทำการประเมินที่ 3 และ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ (day after inoculation : DAI)

Tr1 = *T. harzianum* ชนิดเชื้อสด (ยูนิเซฟ) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^8 สปอร์/ลิตร ; Tr2 = *B. subtilis* (ลามินาร์) ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^9 เซลล์/ลิตร ; Tr3 = rhizobacteria R9 ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^9 เซลล์/ลิตร ; Tr4 = rhizobacteria R10 ในสารละลายธาตุอาหารอัตรา 10^9 เซลล์/ลิตร ; Tr5 = inoculation control ; Tr6 = healthy control

จากการประเมินที่ระยะเวลา 3 และ 5 วัน หลังการปลูกเชื้อ (3 DAI และ 5 DAI) ดังที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 13 พบว่าการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ยูนิเซฟสภาพเชื้อสด (Tr1) และ rhizobacteria ไโอโซเลท R9 และ R10 (Tr3 และ Tr4) มีแนวโน้มที่จะลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าได้ โดยที่ระยะเวลา 3 หลังการปลูกเชื้อ (3 DAI) จะมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคโดยเฉลี่ยต่ำกว่า inoculation control (Tr5) ในทุกข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในภาพ ส่วนที่ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ (5 DAI) จะสังเกตเห็นได้ชัดในกรณีของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

4.2 การเจริญเติบโต

ตารางที่ 15 น้ำหนักสดของผักสลัดกรีนโอ๊ค ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum*, *B. subtilis* หรือ rhizobacteria ลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 3 : ก.พ. - มี.ค. 48)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> ชนิดเชื้อสด (ยูนิเซฟ)	60.1 b	6.5 ab	67.5 b ^{5/}
Tr2 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	68.5 ab	8.2 abc	76.6 ab
Tr3 rhizobacteria R9	61.0 b	7.4 bc	68.4 b
Tr4 rhizobacteria R10	74.1 ab	9.1 ab	83.1 ab
Tr5 inoculation control	57.4 b	6.2 c	63.6 b
Tr6 healthy control	85.7 a	10.7 a	96.4 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ตารางที่ 16 น้ำหนักสดของผักสลัดเรดโอ๊ค ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum*, *B. subtilis* หรือ rhizobacteria ลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 3 : ก.พ. - มี.ค. 48)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> ชนิดเชื้อสด (ยูนิเซฟ)	50.6 ns	5.7 ab	56.3 ns ^{5/}
Tr2 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	43.6 ns	4.7 b	48.3 ns
Tr3 rhizobacteria R9	52.7 ns	5.9 ab	58.6 ns
Tr4 rhizobacteria R10	55.5 ns	6.7 a	62.3 ns
Tr5 inoculation control	44.9 ns	4.6 b	49.5 ns
Tr6 healthy control	59.4 ns	7.3 a	66.8 ns

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ในถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) : ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 17 น้ำหนักสดของผักสลัดบัตเตอร์เฮด ในแต่ละกรรมวิธีที่ทำการทรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum*, *B. subtilis* หรือ rhizobacteria ลงในสารละลายธาตุอาหาร (crop 3 : ก.พ. - มี.ค. 48)

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสด (กรัม/ต้น) ^{1/}		
	ใบและลำต้น ^{2/}	รากและโคน ^{3/}	ทั้งต้น ^{4/}
Tr1 <i>T. harzianum</i> ชนิดเชื้อสด (ยูนิเซฟ)	88.9 b	8.7 ab	97.6 b ^{5/}
Tr2 <i>B. subtilis</i> (ลามินาร์)	91.5 b	9.0 ab	100.5 b
Tr3 rhizobacteria R9	99.6 ab	8.5 b	108.1 ab
Tr4 rhizobacteria R10	100.7 ab	9.7 ab	110.4 ab
Tr5 inoculation control	90.2 b	9.0 ab	99.2 b
Tr6 healthy control	111.3 a	10.4 a	121.6 a

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากพืชทดสอบจำนวนไม่น้อยกว่า 10 ต้น จาก 3 replications

^{2/} ส่วนใบและลำต้นที่อยู่เหนือถ้วยปลูก

^{3/} ส่วนของรากที่แผ่ออกมานอกถ้วยปลูกและส่วนของรากกับโคนที่อยู่ในถ้วยปลูกที่ล้างวัสดุปลูกออกแล้ว

^{4/} น้ำหนักสดของทุกส่วนไม่รวมวัสดุปลูก

^{5/} ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ในแง่ของการเจริญเติบโตที่ทำการประเมินจากน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้น เมื่อพืชทดสอบมีอายุได้ 6 สัปดาห์ พบว่าในผักสลัดกรีนโอ๊ค (ตารางที่ 15) ที่ทำการพรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ลามินาร์ (Tr2) และ rhizobacteria R10 (Tr4) มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยทั้งต้นค่อนข้างดี (76.6 และ 83.1 กรัมต่อต้นตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ healthy control (96.4 กรัมต่อต้น) ในกรณีของผักสลัดเรดโอ๊ค พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16) ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮด (ตารางที่ 17) พบว่า กรรมวิธีที่ทำการพรีตด้วย rhizobacteria R9 และ R10 (Tr3 และ Tr4) มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยทั้งต้นค่อนข้างดี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับ healthy control (Tr6) แต่ยังไม่ถึงกับขึ้นดีมากจนเห็นความแตกต่างกันทางสถิติกับ inoculation control (Tr5) แต่ประการใด

ผลการทดลองใน crop ที่ 3 แสดงให้เห็นว่า การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* ชนิดเชื้อสดพรีตลงไปในสารละลายธาตุอาหารในอัตราความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อลิตรของสารละลายธาตุอาหาร อาจมีส่วนช่วยในการลดการติดเชื้อที่รากผักสลัดที่เกิดจาก *P. myriotylum* ในช่วงสัปดาห์แรกของการปลูกเชื้อได้ โดยพบว่าพืชทดสอบส่วนใหญ่ในกรรมวิธีดังกล่าว มีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่า inoculation control อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเก็บเกี่ยวและชั่งน้ำหนักสด พืชทดสอบที่อายุ 6 สัปดาห์ (หรือประมาณสัปดาห์ที่ 2 หลังการปลูกเชื้อ) กลับพบว่ากรรมวิธีดังกล่าวไม่ทำให้น้ำหนักสดของพืชดีกว่า inoculation control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การพรีตด้วยชีวผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก *B. subtilis* หรือ rhizobacteria ไอโซเลท R9 และ R10 อาจให้ผลในการควบคุมโรคได้ยาวนานกว่า เนื่องจากหลังสิ้นสุดการทดลองแล้วพบว่า น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในพืชทดสอบส่วนใหญ่ที่ทำการพรีตด้วยกรรมวิธีดังกล่าวจะดีกว่า inoculation control ถึงแม้จะไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติแต่ก็ใกล้เคียงเท่ากันทางสถิติกับ healthy control ซึ่งผลดังกล่าวอาจสันนิษฐานได้ว่าความสามารถในการอยู่รอดของเชื้อจุลินทรีย์ออกฤทธิ์ในระบบ NFT ซึ่งในที่นี้ได้แก่ *T. harzianum* ซึ่งเป็นเชื้อราและ *B. subtilis* หรือ rhizobacteria ที่เป็นเชื้อแบคทีเรียมีความแตกต่างกัน ในระบบ NFT ซึ่งเป็นระบบที่ปราศจากวัสดุปลูก การอยู่รอดของจุลินทรีย์ออกฤทธิ์ที่เป็นเชื้อแบคทีเรียน่าจะดีกว่าเชื้อราดังที่ Koohakan *et.al.*, (2004) ได้รายงานไว้ อีกเหตุผลที่เป็นไปได้ก็คือ แบคทีเรียดังกล่าวนอกจากจะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสาเหตุได้โดยตรงแล้ว ยังมีความสามารถในการสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชด้วย ซึ่งมักพบได้ทั่วไปในกรณีของ rhizobacteria และ *B. subtilis* ในหลายๆ สายพันธุ์ (Gorch *et.al.*, 2001) ผลการทดลองในส่วนนี้ยังแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ rhizobacteria ที่แยกได้จากรากผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT ว่าอาจสามารถพัฒนามาเป็นสารควบคุมโดยชีววิธี (biological control agent) ที่ใช้ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่ปลูกในระบบนี้ได้

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการวิจัยในครั้งนี้เป็นระยะเวลา 1 ปี สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังต่อไปนี้

1. เชื้อ *Pythium* spp. เป็นเชื้อที่สามารถตรวจพบได้ทั่วไปในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยสามารถตรวจพบได้จากทุกระบบปลูกที่ได้ทำการสำรวจ และทุกส่วนของตัวอย่างที่นำมาตรวจนับเชื้อตลอดระยะเวลา 4 เดือนที่ทำการสำรวจ

2. เชื้อ *Pythium* spp. ยังคงเป็นปัญหาสำคัญของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เนื่องจากปริมาณเชื้อดังกล่าวมีผลโดยตรงต่อผลผลิต โดยทำให้พืชเป็นโรครากเน่าตาย หรือมีการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปริมาณเชื้อที่เพิ่มขึ้นในรากพืชที่มากกว่าระดับปกติประมาณ 10 เท่า จะทำให้น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อต้นสูญเสียไปประมาณ 40-60%

3. จากการจัดจำแนกพบว่าเชื้อ *Pythium* spp. ส่วนใหญ่ที่พบในระบบ NFT ที่ปลูกผักสลัดเป็นการค้าคือ *P. myriotylum* และจากการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคก็พบว่า เป็นสาเหตุของโรครากเน่าในพืชดังกล่าว ลักษณะการดำรงชีพของ *P. myriotylum* ยังไม่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ แต่คาดว่าน่าจะเป็นพวก facultative parasite จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เชื้อชนิดนี้สามารถตรวจพบได้ทั้งจากรากสลัดต้นปกติและต้นที่เป็นโรค ได้ในคราวเดียวกัน และการเกิดโรคอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เมื่อใดก็ตามที่เชื้อดังกล่าวได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหรือพืชอาศัยมีความอ่อนแอ

4. ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในรากพืชที่เป็นโรค ค่อนข้างมีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในสารละลายธาตุอาหาร จึงสันนิษฐานได้ว่าการเกิดโรครากเน่าในผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT ที่ทำเป็นการค้า น่าจะเริ่มจากปริมาณเชื้อสาเหตุที่มีอยู่แล้วโดยอยู่ร่วมกับรากพืชปกติ มีการเพิ่มจำนวนขึ้นมาไม่ว่าจากสาเหตุใดก็ตามจนพัฒนาเป็นระยะก่อโรค ส่งผลให้พืชดังกล่าวแสดงอาการของโรคขึ้นมา จากนั้นจึงแพร่กระจายไปทางสารละลายธาตุอาหาร ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับโรครากเน่า น่าจะให้ความสำคัญต่อการควบคุมปริมาณเชื้อสาเหตุในราก ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดโรค ตลอดจนการจัดหาสภาพแวดล้อมต่างๆ มิให้เอื้ออำนวยต่อการเกิดโรค ซึ่งการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการควบคุมเชื้อสาเหตุก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถกระทำได้

5. การใช้ชีวผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* และ *B. subtilis* ในการควบคุมเชื้อ *P. myriotylum* พบว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อทำการทดลองในสภาพ *in vitro* โดยพบว่าที่ความเข้มข้นประมาณ 10^5 - 10^6 cfu/ml สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อดังกล่าวได้มากกว่า 80% แต่ในการทดลองในสภาพแปลงปลูก เพื่อควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดในระบบ NFT กลับพบว่า มีความเป็นไปได้อยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้น โดยอาจช่วยลดความเสียหายได้ในกรณีที่มีการเกิดโรคไม่รุนแรง ดังนั้นในทางปฏิบัติ

ควรใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในด้านของการป้องกันหรือควบคุมปริมาณเชื้อสาเหตุในระบบ ก่อนที่จะพบอาการของโรค

6. ข้อจำกัดประการหนึ่งของการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดในการควบคุมโรครากเน่าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็คือ อัตราส่วนและรูปแบบของผลิตภัณฑ์เนื่องจากพบว่า ผลิตภัณฑ์ *T. harzianum* บางผลิตภัณฑ์ หากใช้ความเข้มข้นที่สูงเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อรากพืชได้ ซึ่งเป็นผลมาจากบางสายพันธุ์อาจมีความแรงแรง (aggressive strain) ในการเป็นสารควบคุมโดยชีววิธี (biological control agent) ซึ่งเป็นผลดีหากใช้ในการควบคุมเชื้อสาเหตุที่อยู่ในดิน แต่ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบ NFT หรือ DFT ซึ่งรากอยู่ในสภาพเปลือยเปล่า (bare root) ความแรงแรงของสายพันธุ์ดังกล่าวอาจเป็นอันตรายต่อพืชได้ นอกจากนี้ส่วนผสมที่อยู่ในแต่ละผลิตภัณฑ์อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อรากพืชได้เช่นกัน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้ที่ระดับความเข้มข้น 10^8 cfu/l ของสารละลายธาตุอาหาร ไม่ก่อให้เกิดผลเสียแก่พืชอย่างไร

7. จุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืช (rhizobacteria) ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน อาจเป็นจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนามาเป็นสารควบคุมโดยชีววิธีในระบบปลูกพืชชนิดนี้ เนื่องจากได้ทำการทดสอบแล้วพบว่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยของเชื้อ *P. myriotylum* สาเหตุโรครากเน่าในผักสลัดได้ดี ไม่แตกต่างกับชีวผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด และจากการทดสอบในสภาพแปลงปลูกก็พบว่า ให้ผลดีถึงขั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับพืชทดสอบที่ไม่ทำการปลูกเชื้อ (healthy control)

จากข้อสรุปที่กล่าวมาแล้วข้างต้นข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยต่อไปในอนาคต ในเรื่องของการใช้จุลินทรีย์ในการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ควรจะเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและพัฒนา rhizobacteria หรือ indigenous microorganisms ที่พบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมาเป็นสารควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (biological control agent) เพื่อใช้ในการควบคุมโรคในระบบการปลูกพืชชนิดนี้เป็นการเฉพาะ เนื่องจากจุลินทรีย์ดังกล่าวจะมีความดีเด่นในการปรับตัวและอยู่รอด การเข้าครอบครองรากพืช (colonization) การแข่งขันกับจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช และ/หรือ การสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช

2) หากจะมีการศึกษาถึง applications ที่เหมาะสมในการใช้ชีวผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วในท้องตลาด เพื่อนำมาใช้ในระบบ NFT น่าจะมีการศึกษาในเรื่องของ bio-filter แทนการใช้จุลินทรีย์ออกฤทธิ์ดังกล่าว ใส่เข้าไปในระบบโดยตรง และหากต้องการนำไปใช้โดยตรงก็ควรทำการศึกษาในระบบแบบมีวัสดุปลูกซึ่งในประเทศไทยก็ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- จิระเดช แจ่มสว่าง, วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ และวรรณวิไล เกษนรา. 2534. การตรวจนับปริมาณเชื้อ *Phthium aphanidermatum* ในดิน โดยวิธีเจือจางดินและการใช้เหยื่อล่อ. วิทยาศาสตร์ 25 : 39-46.
- ดิเรก ทองอร่าม. 2546. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน : หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจในประเทศไทย. ซีเอ็ดดูเคอร์ จำกัด. กรุงเทพฯ
- พรหมมาศ คุณากาญจน์. 2540. การสำรวจโรคของแตงกวายุโรปที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ISBN 974-621-804-2: 190 หน้า.
- Berkelmann, B., Wohanka, W. and Wolf, G.A. 1992. Characterization of the bacterial flora in circulating nutrient solution of a hydroponic system with rockwool. Acta Horticulturae 361: 372-381.
- Duijff, B.J., Meijer, J.W., Bakker, P.A.H.M. and Schipper, B. 1993. Siderophore-mediation for iron and induced resistance in suppression of Fusarium wilt of carnation by fluorescent *Pseudomonas* spp. Neth. J. Plant Pathol. 99: 277-289.
- Favrin, R.J., Rahe, J.E. and Mouza, B. 1988. *Pythium* spp. associated with crown rot cucumber In British Columbia greenhouse. Plant Disease 72 : 683-687.
- Gardiner, R.B., Jarvis, W.R. and Shipp, L. 1990. Ingestion of *Pythium* spp. By larvae of the Fungus gnat *Bradysia impaties* (Diptera :Sciridae) Ann. Appt. Biol. 116 : 1-8.
- Goldberg, N.P. and Stanghellini, M.E. 1990. Ingestion-egestion and aerial transmission of *Pythium aphanidermatum* by shore flies (Bphydrinae : *Scatella stagnalis*). Phytopathology 80 (11): 1244-1246.
- Grosch, R., Kofoet, A. and Junge, H. 2001. Biological control of root pathogen in soilless culture using bacteria. Acta Horticulturae 548: 393-400.
- Grasso, V., Minuto, A. and Garbaldi, A. 2003. Selected microbial strain suppress *Phytophthora cryptogea* in gerbera crops produced in open and closed soilless system. Phytopathologia-Mediterranea 42: 55-64.
- Ikeda, H., Koohakan, P. and T. Jaenaksorn. 2002. Problems and countermeasure in the re-use of the nutrient solution in soilless production. Acta Hort. 578: 213-219.
- Jenkins. S.F. and Averre C.W. 1983. Root disease of vegetable in hydroponic culture system in North Carolina greenhouses. Plant disease 67 (9) : 968-970.

- Koohakan, P., Ikeda, H., Jeanaksorn, T., Tojo, M., Kusakari, S-I., Okada, K. and Sato, S. 2004. Evaluation of the indigenous microorganisms in soilless culture : occurrence and quantitative characteristics in the different growing system. *Scientia Horticulturae* 101 : 179-188. 2004.
- Maulin, F., Lemanceau, P. and Alabourette. 1994. Pathogenicity of *Pythium* species on cucumber in peat-sand, rockwool and hydroponics. *European Journal of Plant Pathology* 100: 3-17.
- Mohyuddin, M. 1985. Crop cultivars and disease control in Hydroponics world wide :state of the Art in solless crop production. Savase, A.T. (ed). International Center Special Studies Honolulu. Hawaii. p. 42-50.
- Neumann, B., Laing, M.D., Elad, Y., Kohl, J. and Shtienberg, D. 2002. Soil moisture and root zone pH as tool for enhancing biocontrol of *Pythium* by *Trichoderma*. IOBC-WPRS Working group "Biological control of fungal and bacterial plant pathogens" Proceeding of the 7th working group meeting, Influence of abiotic and biotic factors on biocontrol agents at Pine Bay, Kusadasi, Turkey. *Bulletin OILB-SROP*.2002, 25: 89-92.
- Paulitz, T.C. 1997. Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic system. *HortScience* 32: 193-196.
- Postma, J., Willemsen-de Klein, M.J.E.I.M. and van Elsas, J.D. 2000. Effect of indigenous microflora on the development of root and crown rot caused by *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown on rockwool. *Phytopathology* 90: 125-133.
- Rankin, L. and Paulitz, T.C. 1994. Evaluation of rhizosphere bacteria for biological of *Pythium* root rot of greenhouse cucumber in hydroponic culture. *Plant Disease* 78: 447-451.
- Runia, W.Th. 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. *Acta Horticulturae* 382: 221-229.
- Rey, P, Picard, K., Deniel, F., Benhamou, N., Tirilly, Y. and van Lenteren, J.C. 1999. Development of an IPM system in soilless culture by using slow sand filtration an a biocontrol fungus, *Pythium oligandrum*. IOBC-WPRS Working group "Integrated control in glasshouse" Proceeding of the meeting at Brest, France. *Bulletin-OILB-SROP*.1999, 22: 205-208.

- Stanghellini, M.E. and Rasmussen, S.L. 1994. Hydroponics: A solution for zoosporic pathogens. *Plant Disease* 78: 1129-1138.
- Stanghellini, M.E., D.H. Kim, J. Rakocy, K. Gloger and H. Klinton, 1998. First report of root rot of hydroponically grown lettuce caused by *Pythium myriotylum* in a commercial production facility. *Plant Disease* 82: 831.
- Tu, J.C., Papadopoulos, A.P., Hao, X. and Zhen, J. 1999. The relationship of *Pythium* root rot and rhizosphere microorganisms in a closed recirculating and open system in rockwool culture of tomato. *Acta Horticulturae* 481: 577-583.
- Tu, J.C. 2002. An integrated control of *Pythium* root rot of greenhouse tomato. Proceeding in the 54th International symposium on crop protection, Part 1. Mededeligen-Faculteit-Landbouwkundige-en-Toegepaste-Biologische-Wetenschappen-Universiteit-Gent.2002, 67:209-216
- van der Plaats-Niterink, A.J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. *Studies in Mycology* No21, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn. 242 pp.
- van Peer, R., van Kuik, A.J., Rattink, H. and Schippers, B. 1990. Control of *Fusarium* wilt in carnation grown in rockwool by *Pseudomonas* sp. strain WCS417r and by Fe-EDDHA. *Neth. J. Plant Pathol.* 96: 119-132.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26: 379-407
- Zinnen, T.M. 1988. Assessment of plant diseases in hydroponic culture. *Plant Disease* 72 (2): 96-99.

ภาคผนวก ก : ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ชื่อและที่อยู่ของฟาร์มเอกชนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าไปเก็บตัวอย่าง

ชื่อฟาร์มหรือบริษัท	ที่อยู่
บริษัท ACK hydrofarm จำกัด	933 ถนนอ่อนนุช แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10520
บริษัท Bunny Bite จำกัด	เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ
ฟาร์มสวนสุขภาพดี	อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี
โครงการสวนพระองค์บางแสน (ในนามของบริษัท มงคลชัยพัฒนา จำกัด)	อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในสลัดคอส ปลุกบนราง NFT ในโรงเรือนปรับ
อากาศของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร (ค่าก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร (cfu/100 ml.)	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย (cfu/100 ml.)
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค		
6 พ.ค. 2547	107	4018	43	57
20 พ.ค. 2547	173	431	32	9
3 มิ.ย. 2547	53	710	11	3
17 มิ.ย. 2547	62	465	85	43
1 ก.ค. 2547	58	99	27	35
15 ก.ค. 2547	92	532	30	ต่ำกว่า MDP*
29 ก.ค. 2547	190	1554	5	ต่ำกว่า MDP*
11 ส.ค. 2547	82	727	7	ต่ำกว่า MDP*
28 ส.ค. 2547	39	116	14	
ค่าต่ำสุด ^{1/}	40	100	10	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{1/}	190	4020	90	60
ค่าเฉลี่ย ^{2/}	100	960	30	20

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้

ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g

ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

^{1/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{2/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในสลัดเรดโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในโรงเรือน
ตาข่ายและโรงเรือนปรับอากาศ ของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร
(ค่าก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง ^{1/}	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค	(cfu/100 ml.)	(cfu/100 ml.)
6 พ.ค. 2547	53	3787	20	57
20 พ.ค. 2547	107	1288	38	9
3 มิ.ย. 2547	265	3723	28	3
17 มิ.ย. 2547	27	203	123	43
1 ก.ค. 2547	ต่ำกว่า MDP*	116	18	35
15 ก.ค. 2547	161	278	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
29 ก.ค. 2547	27	853	5	ต่ำกว่า MDP*
11 ส.ค. 2547	35	1121	3	ต่ำกว่า MDP*
28 ส.ค. 2547	50	190	46	
ค่าต่ำสุด ^{2/}	ต่ำกว่า MDP*	110	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{2/}	270	3790	120	60
ค่าเฉลี่ย ^{3/}	90	1290	30	20

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้

ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g

ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

^{1/} ตัวอย่างก่อนวันที่ 1 ก.ค. 2547 ปลุกในโรงเรือนตาข่าย

^{2/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{3/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณเชื้อ *Pythium* ที่ตรวจพบในสลัดกรีนโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในโรงเรือน
ตาข่ายของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร (ค่าก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค	(cfu/100 ml.)	(cfu/100 ml.)
1 ก.ค. 2547	38	42	27	35
15 ก.ค. 2547	103	401	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
29 ก.ค. 2547	152	258	3	ต่ำกว่า MDP*
11 ส.ค. 2547	215	253	14	ต่ำกว่า MDP*
28 ส.ค. 2547	83	827	3	16
ค่าต่ำสุด ^{1/}	40	40	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{1/}	220	830	30	40
ค่าเฉลี่ย ^{2/}	120	360	10	10

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้
ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g
ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

^{1/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่าง ทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{2/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่าง และทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในสลัดกรีนโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในสภาพ
โรงเรือนเปิดของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในเขตจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร (ค่า
ก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร (cfu/100 ml.)	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย cfu/100 ml.)
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค		
2 พ.ค. 2547	338	21867	-	-
16 พ.ค. 2547	889	19200	23	ต่ำกว่า MDP*
30 พ.ค. 2547	1653	3174	3	ต่ำกว่า MDP*
13 มิ.ย. 2547	444	1884	15	ต่ำกว่า MDP*
27 มิ.ย. 2547	133	10453	7	ต่ำกว่า MDP*
11 ก.ค. 2547	400	5973	15	10
25 ก.ค. 2547	284	6827	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
8 ส.ค. 2547	880	3413	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
21 ส.ค. 2547	320	8880	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าต่ำสุด ^{1/}	130	3410	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{1/}	1650	21870	20	10
ค่าเฉลี่ย ^{2/}	590	8450	10	1

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้

ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g

ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

^{1/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{2/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณเชื้อ *Pythium* spp. ที่ตรวจพบในสลัดกรีนโอ๊ค ปลูกบนราง NFT ในสภาพ
โรงเรือนเปิด ของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร (ค่าก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค	(cfu/100 ml.)	(cfu/100 ml.)
6 พ.ค. 2547	249	11947	-	-
20 พ.ค. 2547	100	398	30	ต่ำกว่า MDP*
3 มิ.ย. 2547	298	1770	22	ต่ำกว่า MDP*
17 มิ.ย. 2547	56	69	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
1 ก.ค. 2547	23	1410	17	7
15 ก.ค. 2547	41	282	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
29 ก.ค. 2547	292	3177	41	3
11 ส.ค. 2547	ต่ำกว่า MDP*	-**	ต่ำกว่า MDP*	4
28 ส.ค. 2547	23	1635	76	ต่ำกว่า MDP*
ค่าต่ำสุด ^{1/}	10	60	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{1/}	300	11950	80	10
ค่าเฉลี่ย ^{2/}	120	2580	20	1

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้
ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g
ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

** ไม่พบต้นพืชที่เป็นโรค

^{1/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{2/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และทำการนับเฉพาะเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณเชื้อ *Pythium* ที่ตรวจพบในคื่นฉ่ายปลูกในถาด DFT ในสภาพโรงเรือนเปิด
ของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร (ค่าก่อนการ take log)

วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อในราก (cfu/g)		ปริมาณเชื้อในสาร ละลายธาตุอาหาร	ปริมาณเชื้อในน้ำที่ ใช้เตรียมสารละลาย
	ต้นปกติ	ต้นที่เป็นโรค	(cfu/100 ml.)	(cfu/100 ml.)
2 พ.ค. 2547	53	4142	27	10
16 พ.ค. 2547	ต่ำกว่า MDP*	356	-	-
30 พ.ค. 2547	107	124	143	150
13 มิ.ย. 2547	373	1244	48	ต่ำกว่า MDP*
27 มิ.ย. 2547	187	711	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
11 ก.ค. 2547	62	80	5	ต่ำกว่า MDP*
25 ก.ค. 2547	409	693	18	12
8 ส.ค. 2547	191	720	ต่ำกว่า MDP*	10
21 ส.ค. 2547	351	249	5	ต่ำกว่า MDP*
ค่าต่ำสุด ^{1/}	50	80	ต่ำกว่า MDP*	ต่ำกว่า MDP*
ค่าสูงสุด ^{1/}	410	4140	140	150
ค่าเฉลี่ย ^{2/}	200	920	30	20

* MDP (Minimal detectable population) หรือค่าประชากรต่ำสุดที่สามารถตรวจเช็คได้

ของรากพืชมีค่าเท่ากับ 13.3 cfu/g

ของสารละลายหรือน้ำที่ใช้เตรียมสารละลาย มีค่าเท่ากับ 3.3 cfu/100 ml.

^{1/} ปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

^{2/} เฉลี่ยจากปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และทำการปัดเศษเป็นจำนวนเต็มสิบ

ตารางผนวกที่ 8 น้ำหนักสดของสัลด์คอส ที่ปลูกบนราง NFT ในโรงเรือนปรับอากาศของฟาร์มเอกชน
แห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างต้นปกติกับต้นที่
เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
6 พ.ค. 2547	100.3 ^{2/}	9.1	109.4	64.9	5.0	69.9	35.3	44.7	36.1
20 พ.ค. 2547	107.4	10.0	117.4	53.8	7.1	60.9	49.9	28.4	48.1
3 มิ.ย. 2547	78.7	10.9	89.6	40.8	3.9	44.8	48.1	63.9	50.0
17 มิ.ย. 2547	67.0	6.7	73.7	30.4	6.5	36.9	54.7	2.0	50.0
1 ก.ค. 2547	66.4	8.1	74.5	40.2	6.4	46.6	39.5	21.0	37.5
15 ก.ค. 2547	81.3	10.5	91.8	22.4	4.9	27.3	72.4	52.9	70.2
29 ก.ค. 2547	86.1	13.9	100.0	33.3	5.9	39.2	61.3	57.4	60.8
11 ส.ค. 2547	90.7	8.9	99.6	65.2	6.6	71.8	28.2	25.5	27.9
28 ส.ค. 2547	41.2	8.0	49.2	29.9	5.8	35.7	27.5	27.6	27.5
ค่าเฉลี่ย	79.9	9.6	89.5	42.3	5.8	48.1	46.3	35.9	45.4

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโต๊ะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ บนโต๊ะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ต้น

ตารางผนวกที่ 9 น้ำหนักสดของสลัดเรดโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในโรงเรือนตาข่าย และโรงเรือนปรับอากาศของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างต้นปกติกับต้นที่เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
6 พ.ค. 2547	43.1 ^{2/}	6.4	49.5	17.6	3.0	20.6	59.1	53.1	58.3
20 พ.ค. 2547	42.6	7.1	49.7	14.3	3.3	17.6	66.4	53.7	64.6
3 มิ.ย. 2547	39.1	5.6	44.7	13.1	2.8	15.9	66.6	50.0	64.5
17 มิ.ย. 2547	33.8	3.5	37.3	12.6	2.3	14.9	62.8	34.3	60.1
1 ก.ค. 2547	47.6	5.5	53.1	17.3	2.0	19.3	63.6	63.3	63.6
15 ก.ค. 2547	30.5	5.0	35.5	13.4	1.8	15.2	56.1	64.0	57.2
29 ก.ค. 2547	23.8	4.0	27.8	20.0	2.8	22.8	16.0	30.8	18.1
11 ส.ค. 2547	32.9	3.7	36.6	19.7	3.3	23.0	40.1	10.7	37.1
28 ส.ค. 2547	33.8	3.8	37.6	26.7	3.7	30.4	21.0	3.5	19.2
ค่าเฉลี่ย	36.4	5.0	41.3	17.2	2.8	20.0	50.2	40.4	49.2

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโต๊ะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ บนโต๊ะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ต้น

ตารางผนวกที่ 10 น้ำหนักสดของสลัดกรีนโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในโรงเรือนตาข่ายของฟาร์มเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างต้นปกติกับต้นที่เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
1 ก.ค. 2547	28.5 ^{2/}	3.5	32.0	16.3	1.9	18.2	42.9	45.3	43.1
15 ก.ค. 2547	31.8	6.5	38.3	9.9	1.3	11.2	68.9	79.6	70.7
29 ก.ค. 2547	47.2	8.2	55.4	42.1	7.0	49.1	10.7	15.0	11.4
11 ส.ค. 2547	41.0	5.4	46.3	19.6	2.3	22.0	52.1	56.5	52.6
28 ส.ค. 2547	41.2	6.4	47.6	33.1	6.4	39.4	19.8	0.0	17.2
ค่าเฉลี่ย	37.9	6.0	43.9	24.2	3.8	28.0	38.9	39.3	39.0

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโต๊ะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ บนโต๊ะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ต้น

ตารางผนวกที่ 11 น้ำหนักสดของสลัดกรีนโอ๊ค ปลุกบนราง NFT ในสภาพโรงเรือนเปิดของฟาร์มเอกชน
 แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่าง
 ต้นปกติกับต้นที่เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
2 พ.ค. 2547	99.9 ^{2/}	19.5	119.4	26.9	7.0	33.8	73.1	64.3	71.7
16 พ.ค. 2547	58.3	11.0	69.3	20.7	4.3	25.0	64.5	60.7	63.9
30 พ.ค. 2547	49.9	11.3	61.2	23.8	4.3	28.1	52.3	61.7	54.1
13 มิ.ย. 2547	55.4	9.4	64.8	26.2	4.0	30.2	52.7	57.3	53.4
27 มิ.ย. 2547	49.5	11.1	60.6	20.9	4.5	25.4	57.7	59.6	58.1
11 ก.ค. 2547	60.4	8.4	68.8	36.6	6.6	43.2	39.5	20.7	37.2
25 ก.ค. 2547	76.3	9.6	85.9	27.0	3.3	30.4	64.6	65.3	64.7
8 ส.ค. 2547	86.4	9.6	96.0	35.5	5.5	41.1	58.9	42.4	57.2
21 ส.ค. 2547	84.3	10.6	94.9	48.1	8.1	56.2	43.0	23.0	40.8
ค่าเฉลี่ย	68.9	11.2	80.1	29.5	5.3	34.8	56.3	50.6	55.6

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโตะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ บนโตะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ต้น

ตารางผนวกที่ 12 น้ำหนักสดของสลัดกรีนไฉ้ค ปลุกบนราง NFT ในสภาพโรงเรือนเปิดของฟาร์ม
เอกชนแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างต้นปกติ
กับต้นที่เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
6 พ.ค. 2547	23.1 ^{2/}	5.1	28.3	7.9	2.0	9.9	66.0	60.9	65.1
20 พ.ค. 2547	58.3	7.6	65.9	25.1	1.8	26.9	57.0	76.7	59.2
3 มิ.ย. 2547	16.4	4.6	21.0	10.7	3.1	13.8	35.0	32.1	43.3
17 มิ.ย. 2547	62.4	7.8	49.4	30.7	6.6	37.3	50.8	15.0	24.4
1 ก.ค. 2547	84.6	15.3	100.0	39.5	5.1	44.6	53.3	67.0	55.4
15 ก.ค. 2547	52.6	12.9	65.5	7.7	5.3	13.0	85.4	58.8	80.2
29 ก.ค. 2547*	30.3	8.4	38.7	12.3	5.9	18.3	59.3	29.4	52.8
11 ส.ค. 2547	80.4	12.1	92.6	-**	-	-	-	-	-
28 ส.ค. 2547	115.2	17.1	132.3	57.4	7.9	65.4	50.2	53.6	50.6
ค่าเฉลี่ย	58.2	10.1	66.0	23.9	4.7	28.6	57.1	49.2	56.6

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโต๊ะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2-3 สัปดาห์ บนโต๊ะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ต้น

* ตัวอย่างวันที่ 29 เป็นสลัด Red corral

** ได้พบต้นที่เป็นโรค

ตารางผนวกที่ 13 น้ำหนักสดของคื่นฉ่ายปลูกในภาค DFT ในสภาพโรงเรือนเปิดของฟาร์มเอกชน
แห่งหนึ่งในจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร และเปอร์เซ็นต์ส่วนต่างระหว่างต้น
ปกติกับต้นที่เป็นโรค

วันที่ เก็บตัวอย่าง	ต้นปกติ (กรัม/ต้น) ^{1/}			ต้นที่เป็นโรค (กรัม/ต้น) ^{1/}			ส่วนต่างระหว่างต้น ปกติกับต้นเป็นโรค (%)		
	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น	shoot	root	ทั้งต้น
2 พ.ค. 2547	24.3 ^{2/}	2.0	26.4	6.0	0.5	6.5	75.5	75.4	75.5
16 พ.ค. 2547	16.3	1.4	17.7	3.7	0.3	4.0	77.3	78.0	77.4
30 พ.ค. 2547	12.1	3.3	15.4	3.0	1.3	4.2	75.5	61.6	72.6
13 มิ.ย. 2547	7.5	2.1	9.6	2.8	1.2	4.0	62.7	43.5	58.5
27 มิ.ย. 2547	2.3	0.8	3.2	2.3	0.6	2.9	0.0	28.0	7.4
11 ก.ค. 2547	8.2	1.4	9.6	1.0	0.7	1.7	87.4	52.4	82.3
25 ก.ค. 2547	16.7	5.5	22.2	4.9	2.5	7.4	70.7	54.5	66.7
8 ส.ค. 2547	42.3	4.0	46.3	21.7	2.8	24.5	48.8	29.4	47.1
21 ส.ค. 2547	26.1	3.8	29.9	14.4	3.4	17.8	44.8	11.3	40.5
ค่าเฉลี่ย	17.3	2.7	20.0	6.6	1.5	8.1	60.3	48.3	58.7

^{1/} เก็บตัวอย่างจากโต๊ะปลูกเดียวกัน โดยมีอายุประมาณ 2-5 สัปดาห์ บนโต๊ะปลูก

^{2/} ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 กอ

ตารางผนวกที่ 14 รายชื่อชีวผลิตภัณฑ์ (biological control product) ที่ใช้ในการทดลอง

ชื่อการค้า	ชื่อจุลินทรีย์ออกฤทธิ์	บริษัทผู้ผลิตหรือจัดจำหน่าย
ไตรซาน (ชนิดผงละลายน้ำ)	<i>Trichoderma harzianum</i> 2×10^8 cfu/g	บริษัทแอพพลายเค็ม(ประเทศไทย) จำกัด 186 หมู่ 5 ตลาดปลาเค้า ถนนรามอินทรา บางเขน กรุงเทพฯ 10220
ยูนิเซฟ (ชนิดผงละลายน้ำ)	<i>Trichoderma harzianum</i> 10^8 cfu/g	บริษัทยูนิซีดส์ จำกัด 1/87-88 ซอยพหลโยธิน 40 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ยูนิเซฟ (ชนิดน้ำ)	<i>Trichoderma harzianum</i> 10^9 spore/ml	บริษัทยูนิซีดส์ จำกัด 1/87-88 ซอยพหลโยธิน 40 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ยูนิเซฟ (หัวเชื้อสด)	<i>Trichoderma harzianum</i>	บริษัทยูนิซีดส์ จำกัด 1/87-88 ซอยพหลโยธิน 40 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
ลามินาร์ (ชนิดผงละลายน้ำ)	<i>Bacillus subtilis</i> 1×10^9 cfu/g	บริษัทแอพพลายเค็ม(ประเทศไทย) จำกัด 186 หมู่ 5 ตลาดปลาเค้า ถนนรามอินทรา บางเขน กรุงเทพฯ 10220

ภาคผนวก ข

รายชื่อผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่แล้ว

เอกสารหมายเลข	ชื่อเรื่อง และการเผยแพร่
1	การสำรวจปริมาณเชื้อ <i>Pythium</i> spp. ในรากของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. การสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2548 ในระหว่างวันที่ 24-25 มกราคม 2548. ณ ห้องประชุมกวีจิตกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จัดโดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
2	ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ <i>Pythium</i> ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ในระหว่างวันที่ 26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลด์มจอมเทียนบีช พัทยา อ.บางละมุง จ.ชลบุรี. จัดโดยคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3	ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี และจุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืชที่แยกได้จากสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ <i>Pythium myriotylum</i> . การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ในระหว่างวันที่ 26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลด์มจอมเทียนบีช พัทยา อ.บางละมุง จ.ชลบุรี. จัดโดยคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง