สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การคัดแยกแบคทีเรียเขตรากพืชจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อ *Pythium* spp. สาเหตุโรครากเน่า

Screening the rhizobacteria from hydroponics for controlling *Pythium* spp. causal agent of root rot disease

RCH
SB
126.5
ท 291ก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81754
วัน,เดือน,ปี 24 มิ.ย. 2551

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

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การคัดแยกแบคทีเรียเขตรากพืชจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อ *Pythium* spp. สาเหตุโรครากเน่า

Screening the rhizobacteria from hydroponics for controlling *Pythium* spp. causal agent of root rot disease

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

ผศ.ดร.พรหมมาศ คูหากาญจน์

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. 41934239

i.

Abstract

This research was conducted to isolate and screening the potential rhizobacteria in hydroponics for controlling Pythium root rot disease. Initially, the bacteria were isolated from the rhizosphere of some vegetable grown in three kinds of hydroponic growing system namely; nutrient film technique (NFT), dynamics root floating technique (DRFT) and substrate culture. Secondly, the isolates were testing for their ability to inhibit mycelia growth of *Pythium* sp. around 30 percent in dual culture test. Lastly, the selected isolates were tested their efficiency to control Pythium root rot disease in the growing system. The results showed that 465 isolates were collected from this experiment. There were 85 isolates that could inhibit mycelia growth of *Pythium* sp. and did not harmful to the tested seedlings such as seed germination or root growth. Application of the selected isolates to lettuces grown in NFT indicated 6 prominent isolates that found in this experiment. They were R10/1, R10/3, Bh 019P, Bh 020K, ETO 046 and ECCB 051 which could reduce root rot disease and might be promote plant growth. The potential isolates mentioned above were maintained for further study. Although it is useful resource for developing biological control agent for hydroponic crops, further research such as repeated testing to confirm their efficiency, identification the potential isolates and so on, should be done for user benefit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการแยก และคัดเลือกแบคทีเรียเขตรากพืช (rhizobacteria) จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อมาควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ Pythium ในเบื้องต้นได้แยกแบคทีเรียจากบริเวณเขตรากพืชของพืชผักบางชนิดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ nutrient film technique (NFT) dynamics root floating technique (DRFT) และระบบปลูกแบบมีวัสดุปลูก (substrate culture) จากนั้นทำการคัดเลือกโดยพิจาราณาจากความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium* sp. ได้ประมาณ 30 เปอร์เซนต์ และเป็นไอโซเลทที่ไม่มีผลกระทบทางลบกับพืชทดสอบ สุดท้ายนำเอาบางไอโซเลทไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ผลการศึกษาแยกแบคทีเรียจากบริเวณเขตรากพืชได้ 465 ไอโซเลท ในจำนวนนี้มี 85 ไอโซเลทที่สามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium* sp ในอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (dual culture) และไม่มีผลกระทบทางลบกับต้นกล้าพืชทดสอบ เช่นเปอร์เซนต์การงอก หรือการเจริญของราก จากการนำเอาบางไอโซเลทไปทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรค ในผักสลัดที่ปลูกในระบบ NFT พบว่ามีไอโซเลท R10/1, R10/3, Bh 019P, Bh 020K, ETO 046 และ ECCB 051ที่สามารถลดการเกิดโรคได้ และอาจช่วยสนับสนุนการเจริญของด้วย ไอโซเลทที่มีศักยภาพดังกล่าวได้ทำการเก็บรักษาไว้แล้วเพื่อใช้ในการศึกษาต่อ ซึ่งมีประโยชน์ในแง่ที่จะพัฒนามาเป็นสารควบคุมโดยชีววิธีในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในด้านอื่นๆเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ ตลอดจนทำการจัดจำแนก เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
Abstract	i
บทคัดย่อ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง (List of tables)	iv
สารบัญภาพ	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	1
บทที่ 4 ผลการวิจัย	10
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัยและวิจารณ์	39
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

List of Tables

Table		Page
1	Amount of rhizobacteria isolated from NFT	10
2	Amount of rhizobacteria isolated from DRFT	10
3	Amount of rhizobacteria isolated from substrate culture	11
4	Bacterial isolates from NFT and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture	12
5	Bacterial isolates from DRFT and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture	13
6	Bacterial isolates from substrate culture and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture	15
7	The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	17
8	The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	18
9	The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	19
10	Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: July – Aug 2007)	19
11	Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	20
12	Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	20
13	Average fresh weight and head diameter of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	21
14	Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	22
15	Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

List of Tables (continue)

Table		Page
16	The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)	23
17	The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)	24
18	Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Nov 2007 – Jan 2008)	24
19	Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)	25
20	Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Nov 2007 – Jan 2008)	26
21	Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)	26
22	The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	27
23	The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	28
24	The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	29
25	Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Dec 2007 – Jan 2008)	29
26	Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	30
27	Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Dec 2007 – Jan 2008)	31
28	Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	31
29	Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

List of Tables (continue)

Table		Page
30	Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)	32
31	The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	33
32	The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	34
33	The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	35
34	Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	35
35	Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	36
36	Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	37
37	Average fresh weight and head diameter of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	37
38	Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	38
39	Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)	38
40	Summarized number of selected rhizobacteria isolated from hydroponics during year 2006-2007	40
41	Efficiency of selected rhizobacteria for disease suppression and growth promotion in lettuce grown in NFT	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ไดอะแกรมการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในการยับยั้งการเจริญเติบโต ของเชื้อ *Pythium* sp. ด้วยวิธี dual culture test	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปัจจุบันการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรและผู้ประกอบการหลายราย และถูกนำมาใช้ในการผลิตเชิงการค้ามากขึ้น จากข้อมูลเมื่อเดือนพฤษภาคม 2547 พบว่าพื้นที่ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่ทำเป็นการค้าในประเทศไทยมีไม่ต่ำกว่า 300 ไร่ (ดิเรก, 2547) และคาดว่าจะมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้ยังไม่รวมพื้นที่ปลูกหลังบ้าน (backyard hydroponics) ตลอดจนพื้นที่ปลูกทดลองตามโรงเรียนและสถานศึกษาต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็สามารถพบได้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักที่ใช้ในการบริโภคสด ที่ปรากฏตามซุปเปอร์มาเก็ตในขณะนี้ และส่วนใหญ่ก็ได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิตจากหลายหน่วยงาน อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินก็คือ ปัญหาเรื่องโรครากเน่าโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* spp. เนื่องจากสภาพการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของเชื้อชนิดนี้ (Stenghellini and Rasmussen, 1994; Runia, 1995, Paulitz and Belenger, 2001) ในประเทศไทยพบว่าการระบาดของโรคดังกล่าวจะรุนแรงมากที่สุดในช่วงฤดูร้อนของทุกปี โดยเฉพาะในฟาร์มที่มีระบบการจัดการฟาร์ม และสุขาภิบาลที่ไม่ดีเท่าที่ควร จนทำให้ในบางฟาร์มอาจหยุดการผลิตในช่วงนี้ หรือลดกำลังการผลิตให้น้อยลง การป้องกันกำจัดเชื้อ *Pythium* spp. ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน มีการศึกษาทั้งทางด้านอุปกรณ์ในการฆ่าเชื้อตลอดจนในเรื่องของการจัดการต่างๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อสาเหตุเข้ามาในระบบ เช่น การฆ่าเชื้อในน้ำหรือในสารละลายธาตุอาหาร (Runia, 1995; Wohanka, 2002; Koohakan et al., 2002) การศึกษาทางด้านนี้แม้จะมีความก้าวหน้าไปมาก แต่ปัญหาเรื่องโรค รากเน่าที่เกิดจากเชื้อดังกล่าวก็ยังคงพบอยู่ เป็นไปได้ว่าแนวคิดในการควบคุมโรครากเน่าที่มุ่งเน้นให้ระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นระบบที่ปลอดเชื้อให้ได้มากที่สุด อาจมีส่วนทำให้เชื้อสาเหตุที่มีอยู่เพียงเล็กน้อย ตลอดจน minor pathogens ที่มีอยู่แล้วในระบบเกิดทวีจำนวน หรือปรับเปลี่ยนเป็นเชื้อสาเหตุหลักได้ เนื่องจากขาดกระบวนการยับยั้งตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ท้องถิ่น ด้วยเหตุนี้งานวิจัยทางด้านจุลินทรีย์รวมไปถึงการควบคุมโดยชีววิธีในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จึงได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมา แบคทีเรียเขตรากพืช (rhizobacteria) เป็นจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่ค่อนข้างจะมีบทบาทสำคัญทางด้านการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นการสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promotion) และการควบคุมโดยชีววิธี (biological control) (Weller, 1988; Hallmann et al , 1997) การใช้แบคทีเรียสายพันธุ์ที่แยกได้จากสภาพแวดล้อมเดียวกันกับที่จะนำไปใช้ จะมีโอกาสและความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในการควบคุมโรค (Weller, 1988) นอกจากนี้แบคทีเรียยังเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการปรับตัวและอยู่รอดได้ดีในสภาพของสารละลายธาตุอาหารของระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ (Paulitz, 1997) ดังนั้นจึงน่าจะมีการคัดแยกและรวบรวมสายพันธุ์ rhizobacteria

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย ตลอดจนศึกษาถึงคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคพืช เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยพัฒนาต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อแยกและคัดเลือกสายพันธุ์แบคทีเรียจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญของ เชื้อ *Pythium* spp.
2. เพื่อรวบรวมสายพันธุ์แบคทีเรียที่มีศักยภาพในการควบคุมโรครากเน่าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีวัสดุปลูกก็ได้ แบบมีวัสดุปลูกเรียกว่า aggregate hydroponics ส่วนที่ไม่มีวัสดุปลูกเรียกว่า liquid hydroponics ข้อดีของการปลูกพืชแบบนี้ก็คือจะให้ผลผลิตสูง ปลูกพืชได้ตลอดปี มีการใช้น้ำและปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ และใช้ที่ดินในการเพาะปลูกน้อย (Jansen and Collins, 1985) นอกเหนือจากข้อดีทางด้านผลผลิตแล้ว การหลีกหนีโรคก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้มีการพัฒนาระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินขึ้นมา แม้โอกาสที่พืชที่ปลูกในระบบนี้จะเป็นโรคพืชได้น้อยกว่าที่ปลูกในระบบตามปกติ แต่สภาพแวดล้อมของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินกลับเป็นที่สภาพที่เหมาะสมต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราที่สร้างซูโอสปอร์ (zoosporic fungi) เช่น เชื้อ *Pythium* spp. และ *Phytophthora* spp. (Stanghellini and Rasmussen, 1994) ปัจจุบันเชื้อ *Pythium* ยังคงเป็นปัญหาสำคัญของอุตสาหกรรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยทางด้านนี้กว่าครึ่งหนึ่งจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับเชื้อ *Pythium* spp. (ข้อมูลจากการสืบค้นโดย CAB Abstract ปี 2000-2005) ซึ่งแนวทางในการป้องกันกำจัดเชื้อ *Pythium* spp. อาจแบ่งได้เป็น 3 แนวทางใหญ่ๆ ด้วยกันคือ (Ikeda et al., 2002)

1) การใช้วิธีทางกายภาพและหลักการจัดการในการปลูก (physical methods and cultural technique in daily management) เช่น heat treatment, U-V radiation, membrane filtration การเปลี่ยนแปลง pH, EC และควบคุมปริมาณอ๊อกซิเจนในสารละลายธาตุอาหาร และการจัดการสุขาภิบาลโรงเรือนที่ดี

2) วิธีทางเคมี (chemical methods) เช่น ozonisation, chlorination, iodination, activated hydrogenperoxide) การใช้แร่ธาตุและไอออนบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ การใช้ Non-ionic surfactant และการใช้ chitosan

3) วิธีการทางกายภาพและนิเวศน์วิทยา (biological and/or ecological methods) เช่น low sand filtration, rhizobacteria, antagonistic fungi, mycoparasitic fungi, suppressive substrate และการใช้ bio-surfactant

การควบคุมโดยชีววิธี (biological control) ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เป็นวิธีการที่ได้รับความสนใจในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา Paulitz (1997) กล่าวว่า หากการควบคุมโดยชีววิธีสามารถนำไปใช้ในที่ต่างๆ ได้ผล ก็จะต้องได้ผลในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยเช่นกัน เนื่องจากปัญหาของการใช้ชีววิธีในการควบคุมโรคในดินก็คือ ความไม่คงที่สม่ำเสมอ (inconsistence) ของประสิทธิภาพอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ผันแปร และการแก่งแย่งแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับจุลินทรีย์อื่นๆ แต่ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้น สภาพแวดล้อมต่างๆ ค่อนข้างมีความคงที่ และยังสามารถปรับให้เหมาะสมได้กับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ที่จะนำไปใช้ นอกจากนี้การแข่งขันกันระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์กับจุลินทรีย์อื่นๆ ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะมีน้อยกว่าในระบบการปลูกพืชในดิน เนื่องจากระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินส่วนใหญ่เป็นระบบที่ปลอดเชื้อ ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์สามารถที่จะเจริญเข้าครอบครองและตั้งรกรากถิ่นฐานได้ง่าย การใช้จุลินทรีย์ในการควบคุมโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จะเน้นการศึกษาไปที่เชื้อแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืช เช่น *Pseudomonas* และ *Bacillus* เป็นสำคัญ ในส่วนของเชื้อรา มีการศึกษาใน *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens*, Non-pathogenic *Fusarium* และ Mycoparasitic *Pythium* ในส่วนของ Actinomycetes ก็มีการศึกษาใน *Streptomyces* (Paulitz, 1997)

van Peer et al. (1990) ได้ทดลองใช้ fluorescent Pseudomonads ในการควบคุมโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* (Fusarium wilt) ในต้นคาร์เนชั่นที่ปลูกในวัสดุปลูก rockwool โดยกลไกในการควบคุมโรค เป็นผลมาจาก siderophore ที่สร้างจากแบคทีเรียชนิดนี้ นอกจากนี้ยังพบว่า *Pseudomonas* spp. ยังมีความสามารถในการกระตุ้นพืชให้เกิดความต้านทาน (induced resistance) อีกด้วย (Duijff et al., 1993)

Paulitz et al. (1992) ได้ทำการแยกแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืชของแตงกวาที่ปลูกในรัฐ Quebec ประเทศแคนาดา และทำการคัดเลือกเพื่อหาสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเชื้อ *Pythium* จากจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด 600 ไอโซเลท พบว่ามี 93 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ และ 35 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ ในจำนวนนี้มี 3 ไอโซเลท ที่พบว่าสารกรองจุลินทรีย์ (culture filtrate) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ จากนั้นจึงนำเอาทั้ง 35 ไอโซเลท เพื่อนำมาทดสอบใน plant bioassay เพื่อทำการคัดเลือกไอโซเลทที่ดีที่สุด จำนวน 5 ไอโซเลท จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อที่ได้จาก *in vitro* ไม่ค่อยมีความสัมพันธุ์กับการทดลองใน plant bioassay แต่ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สำคัญในการคัดแยกไอโซเลทที่ไม่มีประสิทธิภาพออกไปในเบื้องต้น

Berkmann et al. (1992) ได้ศึกษาถึงประชากรแบคทีเรียที่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารของมะเขือเทศที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบที่ใช้ rockwool เป็นวัสดุปลูก และมีการหมุนเวียนนำเอาสารละลายกลับมาใช้ใหม่ พบว่า ในสารละลายที่ไม่ได้ทำการปลูกพืช จำนวนประชากรของแบคทีเรียอยู่ในราวๆ 500-900 cfu/ml แต่ในสารละลายที่มีการปลูกมะเขือพบว่า ประชากรของแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 10^5-10^6 cfu/ml ภายในเวลา 20 ชั่วโมงหลังจากทำการย้ายปลูก จากการจัดจำแนกพบว่าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของแบคทีเรียทั้งหมดได้แก่ genus *Pseudomonas* รองลงมาได้แก่ *Agrobacterium, Comamonas, Enterobactor* และ *Xanthomonas* ซึ่งพบในปริมาณ 3-12 เปอร์เซ็นต์ พวกที่พบต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ได้แก่ *Alcaligenes, Aureobacterium, Cytophora, Flavobacterium, Rhodococcus* และ *Yersinia* และจะมีอยู่ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ที่ยังไม่สามารถจัดจำแนกได้

Rankin and Paulitz (1994) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของ rhizosphere bacteria ที่มีศักยภาพในการเป็น biological control agents จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ *Pseudomonas corrugata*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวน 2 ไอโซเลท และ *Pseudomonas fluorescens* จำนวน 3 ไอโซเลทที่แยกได้จากบริเวณเขตรากพืชของแตงกวา พบว่าต้นแตงกวาอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกวัสดุปลูก rockwool ที่มีการให้สารแขวนลอยแบคทีเรีย (bacterial suspension) ของเชื้อ *Pseudomonas corrugata* ความเข้มข้น 10^6 cells/ml จำนวน 200 ml ลงในวัสดุปลูกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการปลูกเชื้อ *P. aphanidermatum* จะได้ผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้แบคทีเรียถึง 88 เปอร์เซ็นต์ นอกจากยังพบว่าในกรรมวิธีที่ไม่ทำการปลูกเชื้อ การใช้แบคทีเรียดังกล่าวจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น 32-44 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองอีก crop หนึ่งที่มีการใช้แบคทีเรียจำนวน 3 ครั้งคือ ก่อนการปลูกเชื้อสาเหตุ 1 สัปดาห์ พร้อมกับการปลูกเชื้อสาเหตุ และหลังจากทำการปลูกเชื้อสาเหตุ 1 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าผลผลิตที่ได้มีมากกว่าการทดลองชุดควบคุมที่ทำการปลูกเชื้ออย่างเดียวถึง 600 เปอร์เซ็นต์

Postma et al. (2000) ได้ศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (indigenous microorganisms) ในการยับยั้งโรคโคนเน่ารากเน่าของแตงกวาที่เกิดจากเชื้อ *Pythium aphanidermatum* ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน การทดลองทำโดยใช้วัสดุปลูก rockwool ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วและยังไม่เคยประสบปัญหาเรื่องโรคโคนเน่ารากเน่ามาก่อนนำมาใช้โดยไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (autoclave) เปรียบเทียบกับอันที่ผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นจึงทำการปลูกเชื้อสาเหตุ *P. aphanidermatum* ลงไป ผลปรากฏว่า ในต้นแตงกวาที่ปลูกในวัสดุปลูก rockwool ที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อ อัตราการเกิดโรคจะน้อยกว่าอันที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 52-100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และเมื่อนำเอาวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาสัมผัสกับวัสดุปลูก rockwool ที่ผ่านการใช้งานมาก่อนเพื่อให้เกิดการ re-colonization พบว่าความสามารถในการยับยั้งโรคโคนเน่ารากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* กลับมาอีกครั้ง ข้อได้เปรียบของ indigenous microorganisms ในการยับยั้งความรุนแรงของโรคก็คือ 1) เป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้ว 2) พวกมันมีความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีและ 3) มีความเป็นชุมชนขนาดใหญ่ (complex community)

Grosch et al. (2001) ได้ทดลองใช้แบคทีเรียที่แยกได้จากบริเวณรากของต้นมะเขือเทศที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสายพันธุ์ E21, E22, E23, E26 และ E28 มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคโคนเน่ารากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* พบว่าทุกไอโซเลท ที่แยกได้จากรากมะเขือเทศนั้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. aphanidermatum* ในสภาพ *in vitro* ในขณะที่ *Bacillus subtillis* สายพันธุ์ที่แยกได้จากดิน (FZB44) ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อดังกล่าว อย่างไรก็ตามในการทดสอบในสภาพการปลูกจริงพบว่า *Bacillus subtillis* สายพันธุ์ FZB44 สามารถลดความเสียหายเนื่องจากโรคได้เมื่อเปรียบเทียบกับ rhizosphere bacteria สายพันธุ์ที่แยกจากรากมะเขือเทศที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน สันนิษฐานว่าการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอันเนื่องมาจากเชื้อแบคทีเรีย มีส่วนช่วยในการลดการรุนแรงของโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทยได้มีการศึกษาเบื้องต้นโดย พรหมมาศ และอิทธิสุนทร (2548 ก) ถึงประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดในขณะนี้ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของ *T. harzianum* และ *B. subtilis* พบว่า มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ในระดับหนึ่ง เฉพาะในกรณีที่มีการเกิดโรคไม่รุนแรงเท่านั้น และการใช้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงรูปแบบและความเข้มข้นด้วย เนื่องจากพบว่าบางผลิตภัณฑ์หากใช้ในอัตราความเข้มข้นที่สูงเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อรากพืชได้ เป็นที่น่าสนใจว่ามีการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชีวผลิตภัณฑ์กับ rhizobacteria บางไอโซเลท ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* พบว่ามีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าในผักสลัดบางชนิด เช่น ในพันธุ์ butterhead ที่ทรีตด้วย rhizobacteria ไอโซเลทดังกล่าว จะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากรรมวิธีควบคุม (พรหมมาศ และอิทธิสุนทร 2548 ข) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและความเป็นไปได้ของการนำเอา rhizobacteria ที่แยกได้จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินไปควบคุมโรครากเน่าในระบบปลูกพืชดังกล่าว

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยทางด้านการใช้แบคทีเรียในการควบคุมโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแม้จะมีอยู่บ้างตามที่ได้ตรวจเอกสารไว้ข้างต้น แต่ก็ถือว่ามีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับการปลูกพืชในดิน ดังจะเห็นได้จากการรวบรวมของ Weller (1988) พบว่ามีแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเป็นสารควบคุมโดยชีววิธี อาทิเช่น *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Amorphosporangium*, *Arthobacter*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Hafnia*, *Micromonospora*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, *Streptomyces* และ *Xanthomonas* แบคทีเรียในหลายๆ สายพันธุ์ดังกล่าวได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง และพัฒนามาเป็นชีวผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินงานประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1. การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีศักยภาพ (isolation and screening procedures)
2. การทดสอบประสิทธิภาพในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (testing the efficiency in hydroponics)

ขั้นตอนที่ 1 การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีศักยภาพ

1. ประเภทของระบบปลูกและสถานที่ที่จะเข้าไปเก็บตัวอย่าง

ทำการแยกและรวบรวมสายพันธุ์ rhizobacteria และ endophytic bacteria จากฟาร์มปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในเขตกรุงเทพมหานคร และต่างจังหวัดในรัศมีไม่เกิน 400 กิโลเมตร จากระบบปลูกแบบ nutrient film technique (NFT), deep flow technique (DFT), dynamics root floating technique (DRFT) หรือระบบปลูกแบบมีวัสดุปลูก (substrate culture) รวมทั้งสิ้นอย่างน้อย 3 แห่ง โดยจะเน้นเก็บตัวอย่างกับผักกินใบ (leafy vegetables) ตัวอย่างที่เก็บมาจะถูกเก็บรักษาไว้ในกล่องที่มีความเย็นและจะทำการแยกแบคทีเรียภายในเวลา 24 ชั่วโมง

2. การแยกแบคทีเรียเขตรากพืช (rhizobacteria)

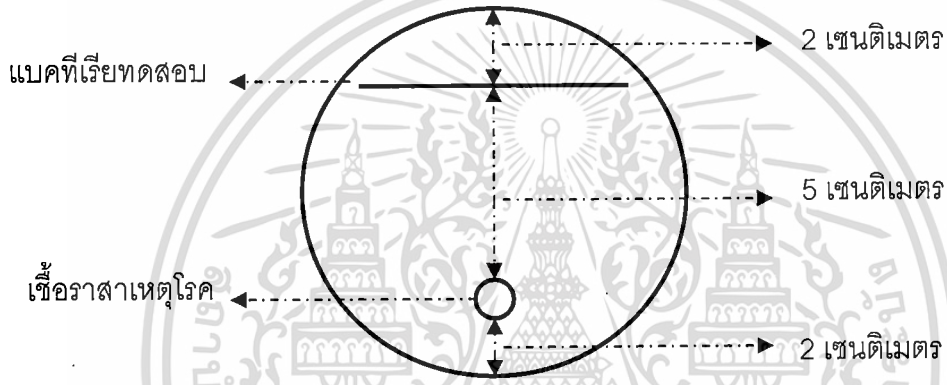
ทำการแยกโดยวิธี surface dilution plating ตามรายละเอียดโดยย่อดังนี้ การแยกแบคทีเรียครอบครองราก (root colonizing bacteria) โดยการนำตัวอย่างรากพืชมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำไหล จากนั้นสุ่มชั่งมา 1 กรัม ไปบดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 10 ml. แล้วนำมาเจือจางลำดับส่วน (dilution series) จนถึงความเข้มข้น 10^{-8} นำ diluents ที่ความเข้มข้น 10^{-5}, 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} ไปเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ ได้แก่ Tryptone Soya agar (TSA), Pentose Tryptone Yeast Glucose agar (PTYGA), Nutrient agar (NA) และ King's medium B (KB) บ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แยกเชื้อให้บริสุทธิ์ และเก็บรักษาเชื้อไว้ใน NA slant สำหรับการแยกแบคทีเรียที่ผิวราก (rhizoplane bacteria) โดยการนำรากพืชไปแช่ย่าในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นนำ suspension ที่ได้ไปแยกเชื้อโดยวิธีการเดียวกับ root colonizing bacteria ส่วนการแยกแบคทีเรียครอบครองภายใน (endophytic bacteria) โดยการนำรากพืชส่วนที่เหลือจากการแยก rhizoplane bacteria แล้ว ไปฆ่าเชื้อผิวด้วยคลอรอกซ์ 10% และไฮโดรเจนเปอร์อ๊อกไซด์ 36% เป็นเวลา 60 และ 30 วินาที ตามลำดับ จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ นำรากพืชที่ได้ไปบดในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นนำ suspension ไปทำการเจือจาง แล้วเพาะเชื้อเช่นเดียวกับการแยกแบคทีเรียในส่วนอื่นๆ และในบางตัวอย่างจะทำการแยกแบคทีเรียจากส่วนของวัสดุปลูกบริเวณรอบๆ ราก (extorhizosphere) หรือในสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืชด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการควบคุมโรค

3.1 การคัดแยกเบื้องต้น ไอโซเลทที่แยกได้แต่ละครั้งจะถูกนำมาคัดแยกเบื้องต้น ว่ามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกและความยาวรากของพืชทดสอบหรือไม่ โดยการเพาะเมล็ดพืชทดสอบลงบนกระดาษกรองที่รดด้วย suspension ของแบคทีเรียแต่ละไอโซเลท เปรียบเทียบกับรดด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ไอโซเลทที่แสดงผลกระทบทางลบ (detrimental effects) ต่อพืชทดสอบจะถูกคัดออกไปในเบื้องต้น

3.2 ไอโซเลทที่ผ่านการคัดแยกเบื้องต้นแล้ว จะถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium* sp. ในสภาพ *in vitro* โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญของเส้นใยในอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (dual culture test) บนอาหาร PDA ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Pythium* sp. ด้วยวิธี dual culture test

ขั้นตอนที่ 2 **การทดสอบประสิทธิภาพในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน**

แบคทีเรียสายพันธุ์ที่มีศักยภาพที่แยกได้จากขั้นตอนที่ 1 จะถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *Pythium* sp. ใน near commercial scale hydroponic ร่วมกับสายพันธุ์ทดสอบ (testing strain) 1 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์ R10 ที่มีรายงานว่ามีศักยภาพในการควบคุมโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อ *P. myriotylum* (พรหมมาศ, 2548)

1. เตรียมการติดตั้งระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT ซึ่งประกอบไปด้วยรางปลูกพืช (gullies) 18 ราง ความยาวรางละ 3 เมตร ซึ่งจะสามารถปลูกพืชได้ประมาณ 10-12 ต้น/ราง ในแต่ละรางจะประกอบด้วยระบบจ่ายสารละลายที่เป็นอิสระต่อกัน การทดสอบแต่ละครั้งจะสามารถทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียใช้ครั้งละ 4 ไอโซเลท และมีการทดสอบชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (inoculation control) และชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ (healthy control) รวมทั้งหมด 6 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พืชทดสอบที่ใช้ได้แก่ผักสลัด (lettuce) พันธุ์ต่างประเทศ ได้แก่สายพันธุ์ oak leaf, butterhead หรือ cos ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในระบบ NFT การทรีตด้วยแบคทีเรียจะกระทำ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 จะกระทำเมื่อย้ายต้นกล้าลงสู่ระบบปลูก และครั้งที่ 2 จะกระทำก่อนการปลูกเชื้อ *Pythium* sp. เป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยใช้สารแขวนลอยแบคทีเรีย (bacterial suspension) ความเข้มข้น 10^8 cfu/ml ปริมาณ 5 มิลลิลิตร รดที่บริเวณโคนรากพืช จากนั้นจึงทำการปลูกเชื้อ *Pythium* sp. สาเหตุโรครากเน่าโดยใช้ส่วนของเส้นใยของเชื้อ *Pythium* sp. ความเข้มข้นประมาณ 10^6 propaguls/ml ปริมาณ 5 มิลลิลิตร รดที่บริเวณโคนรากพืชสารละลายที่ใช้ในระหว่างการทดลอง จะมีการปรับค่า pH และ EC ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชตลอดเวลา

3. การเก็บข้อมูลและบันทึกผล ข้อมูลทางด้านการเจริญเติบโต อาทิเช่น จำนวนใบ หรือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่ม จะถูกเก็บเป็นประจำทุกสัปดาห์ หลังจากย้ายต้นกล้าลงสู่ระบบปลูก ข้อมูลทางด้านโรค ได้แก่ อัตราการเกิดโรค และความรุนแรงของการเกิดโรค จะเก็บทุก 3, 5 และ 7 วัน หลังการปลูกเชื้อ การประเมินค่าความรุนแรงของการเกิดโรค จะคำนวณจาก

$$\frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนต้นที่เป็นโรค x ค่าระดับการเกิดโรค)}}{\text{จำนวนต้นพืชทั้งหมดที่ประเมิน}}$$

โดยที่ ค่าระดับการเกิดโรค มีดังนี้

0 = พืชปกติ ไม่เป็นโรค รากพืชมีสีขาว

1 = รากมีสีน้ำตาลแดง

2 = รากมีสีน้ำตาลแดง-เน่า

3 = รากมีอาการเน่า พืชแสดงอาการเหี่ยวชั่วคราว

4 = รากมีอาการเน่า พืชแสดงอาการเหี่ยวอย่างถาวร

5 = ตาย

จากนั้นทำการเก็บผลผลิต และชั่งน้ำหนักของพืชแต่ละทรีตเมนต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (อายุประมาณ 6 สัปดาห์)

4. ทำการทดลองซ้ำหรือทดสอบไอโซเลทอื่นๆ ในทำนองเดียวกัน โดยให้มีสายพันธุ์ทดสอบ (testing strain) ที่ได้จากไอโซเลทที่มีศักยภาพดีที่สุด จากผลการทดลองที่ผ่านมาในแต่ละครั้งร่วมด้วย เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีศักยภาพดีที่สุด สำหรับการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัย

1. จำนวนไอโซเลทที่แยกได้

แบคทีเรียเขตรากพืชที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ทำการแยกเชื้อในช่วงปี พ.ศ. 2549 - 2550 จากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่าง 3 ระบบได้แก่ ระบบ nutrient film technique (NFT), ระบบ dynamic root floating technique (DRFT) และระบบปลูกในวัสดุปลูก (substrate culture) ตามรายละเอียดแสดงไว้ใน Table 1-3

Table 1 Amount of rhizobacteria isolated from NFT[1/]

Source	Habitat[2/]	Number of isolates	Year[3/]
Butterhead	root colonizing bacteria	43	2006
Red corral	endophytic bacteria	50	2007
	rhizoplane bacteria	54	2007
	root colonizing bacteria	14	2007
Total		161	

[1/] growing condition outdoor; location Chachoengsao, Thailand
[2/] separated by isolation method [3/] year of isolation

Table 2 Amount of rhizobacteria isolated from DRFT[1/]

Source	Habitat[2/]	Number of isolates	Year[3/]
Cos	endophytic bacteria	8	2007
	rhizoplane bacteria	8	2007
	root colonizing	10	2007
Frillice	endophytic bacteria	20	2007
	rhizoplane bacteria	10	2007
	root colonizing	10	2007
Red oak	endophytic bacteria	13	2007
	rhizoplane bacteria	5	2007
	root colonizing	5	2007
Nutrient solution	extorhizosphere	23	2007
Total		112	

[1/] growing condition outdoor; location Samuttprakarn, Thailand
[2/] separated by isolation method [3/] year of isolation

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Amount of rhizobacteria isolated from substrate culture

Source	Habitat[3/]	Number of isolates	Year[4/]
Tomato[1/]	endophytic bacteria	1	2007
	rhizoplane bacteria	-	2007
	root colonizing	-	2007
substrate	extorhizosphere bacteria	13	2007
Tomato[2/]	endophytic bacteria	34	2007
	rhizoplane bacteria	27	2007
	root colonizing	25	2007
substrate	extorhizosphere bacteria	26	2007
Japanese cucumber[2/]	endophytic bacteria	33	2007
	rhizoplane bacteria	3	2007
	root colonizing	16	2007
substrate	extorhizosphere bacteria	14	2007
Total		192	

[1/] growing condition net greenhouse; location Ladkrabang Bangkok, Thailand
[2/] growing condition outdoor; location The Royal Project Khonghoi Chiangmai, Thailand
[3/] separated by isolation method [4/] year of isolation

จำนวนแบคทีเรียเขตรากพืชที่แยกได้ในครั้งนี้ มีประมาณ 400 ไอโซเลท (465) จากพืชผักชนิดต่างๆ ได้แก่ ผักสลัด มะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น ก็ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ โดยจำนวนไอโซเลทที่รายงานนี้ได้ทำการเก็บรักษาไว้ stock culture ของภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ภาคผนวก) ที่อุณหภูมิ -20 °C ในรูปของอาหารเหลว (nutrient broth) ผสมกลีเซอรอล 25% แบคทีเรียแต่ละไอโซเลทที่เก็บรักษาจะคัดเลือกเอาเฉพาะ โคโลนีที่มีลักษณะไม่ซ้ำกันในแต่ละตัวอย่าง ยกเว้นกรณีของแบคทีเรียเข้าครอบครองภายใน (endophytic bacteria) จะทำการคัดเลือกเฉพาะที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (replication) ดังนั้นปริมาณของแบคทีเรียเข้าครอบครองภายใน ในแต่ละตัวอย่างที่จะนำมาศึกษาต่อ จึงค่อนข้างสูงกว่าแบคทีเรียในกลุ่มอื่นๆ ซึ่งจะให้ผลดีในการได้มาซึ่งแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากมีรายงานถึงความเป็นประโยชน์ของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ค่อนข้างมาก (Hallmann et al., 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคัดเลือกแบคทีเรียที่มีศักยภาพในสภาพ *in vitro*

การทดสอบแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการเป็นฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช (antagonistic bacteria) โดยพิจารณาคัดเลือกจากความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* ได้ประมาณ 30 เปอร์เซนต์ ตลอดจนความไม่เป็นพิษกับพืชทดสอบในด้านเปอร์เซ็นต์การงอก การเจริญของลำต้นและรากในระยะกล้า แสดงไว้ใน Table 4-6

Table 4 Bacterial isolates from NFT and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture

System: NFT	Plant: Butter head Red coral		Location: Chachoengsao			Year: 2006-7		
Isolation details			Fungal colony inhibition (%)[1/]			Plant bioassay[2/]		
name	habitat	media	PA1	PA2	PM1	shoot	root	seed
Bh 019P	colonizing	KB	37.65	--	36.1	--	--	10.0
Bh 020K	colonizing	PTYGA	35.29	--	31.9	--	--	10.0
ERC 004	endophytic	NA	35.71	39.05	39.52	3.40	2.21	9.33
ERC 007	endophytic	NA	36.67	36.67	36.67	3.13	2.16	9.67
ERC 029	endophytic	TSA	35.71	35.24	35.71	3.15	1.63	9.67
ERC 034	endophytic	NA	32.38	33.33	32.38	3.35	2.25	10.00
ERC 039	endophytic	TSA	31.90	33.81	33.81	3.74	2.78	10.00
ERC 044	endophytic	KB	32.86	33.81	33.81	2.97	2.17	9.33
ERC 048	endophytic	NA	34.76	34.29	34.76	(2.95)	(1.45)	7.00
RRC 007	rhizoplane	KB	32.86	30.48	32.86	3.60	2.37	10.00
RRC 016	rhizoplane	TSA	30.48	33.81	33.33	3.57	2.12	10.00
RRC 034	rhizoplane	NA	31.90	32.38	30.48	3.19	1.92	10.00
RRC 051	rhizoplane	NA	35.71	32.38	30.48	3.28	1.94	10.00
control			**0.00**	**0.00**	**0.00**	**3.47**	**2.41**	**9.33**

Media: TSA = t ryptone soya agar; NA = nutrient agar; KB = King's medium B; PTYGA = pentose tryptone yeast glucose agar

[1/] Fungal colony inhibition was compared with control: PA = test with P. *aphanidermatum* ; PM = test with *P. myriotylum*

[2/] Plant bioassay was tested on vegetable seeds (n=30) and reported in term of soot length, root length (cm) and number of germinated seed (average to10) value in the parenthesis indicated seedling toxicity.

ผลการคัดเลือกแบคทีเรียเขตรากพืชที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อ *Pythium* sp. ในสภาพ *in vitro* จำนวน 161 ไอโซเลทที่แยกได้จากสลัดบัตเตอร์เฮด และเรดคอรอลที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ NFT แห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ได้แบคทีเรียที่มีคาดว่ามีศักยภาพจำนวน 13 ไอโซเลท โดยเป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากรากบัตเตอร์เฮด จำนวน 2 ไอโซเลทได้แก่ Bh 019P และ Bh 021K เป็นแบคทีเรียเขตที่แยกได้จากภายในรากเรดคอรอลจำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ ERC 004, ERC 007, ERC 029, ERC 043, ERC 039, ERC 044 และ ERC 048 และแยกได้จากผิวรากจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ RRC 007, RRC 016, RRC 034 และ RRC 051 (Table 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5 Bacterial isolates from DRFT and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture

System: DRFT	Plant: Cos, Red oak, Frillice		Location: Samuttprakarn			Year: 2007		
Isolation details			Fungal colony inhibition (%)[1/]			Plant bioassay[2/]		
name	habitat	media	PA1	PA2	PM1	shoot	root	seed
ECO 001	endophytic	PTYGA	31.98	32.86	30.48	3.00	2.05	9.33
ECO 002	endophytic	PTYGA	27.92	27.62	26.67	3.71	2.37	9.33
ECO 003	endophytic	PTYGA	28.93	27.62	29.05	3.43	2.40	8.33
ECO 004	endophytic	TSA	31.98	30.95	31.43	2.92	2.13	9.67
ECO 005	endophytic	TSA	30.46	29.52	30.48	2.82	2.09	10.00
ECO 006	endophytic	TSA	29.44	30.00	29.05	2.79	1.78	9.67
ECO 008	endophytic	TSA	29.95	30.95	30.95	3.58	2.27	10.00
RCO 001	rhizoplane	TSA	33.50	30.00	27.14	(2.58)	(0.77)	7.67
RCO 003	rhizoplane	TSA	29.44	28.57	29.52	2.63	1.00	10.00
RCO 004	rhizoplane	TSA	29.44	28.57	27.62	(3.03)	(1.53)	8.00
RCO 007	rhizoplane	TSA	31.47	27.62	28.10	2.46	1.59	8.67
ERO 001	endophytic	PTYGA	20.30	21.90	23.33	(3.49)	(2.91)	9.67
ERO 002	endophytic	TSA	95.43	74.29	70.48	3.44	2.10	8.67
CFI 010	colonizing	PTYGA	20.30	21.43	20.95	3.28	1.33	7.00
EFI 001	endophytic	PTYGA	28.43	29.05	28.10	3.22	1.57	9.00
EFI 002	endophytic	PTYGA	29.44	27.14	27.14	2.95	1.59	8.67
RFI 001	rhizoplane	PTYGA	29.44	26.67	26.19	3.13	1.77	8.00
SSFI 001	extorhizosphere	TSA	38.58	36.67	36.19	(2.24)	(0.75)	8.67
SSFI 003	extorhizosphere	TSA	31.98	28.57	29.52	3.05	1.44	8.67
SSFI 007	extorhizosphere	PTYGA	30.46	28.10	30.95	3.10	1.88	8.67
SSFI 008	extorhizosphere	TSA	31.47	29.05	30.48	(2.62)	(1.08)	8.00
SSFI 009	extorhizosphere	TSA	29.95	27.62	28.57	(2.40)	(0.85)	7.67
SSRO 001	extorhizosphere	TSA	31.47	30.48	30.95	3.15	2.11	9.33
SSRO 002	extorhizosphere	PTYGA	28.43	29.05	29.52	(3.63)	(0.99)	6.00
SSFICO 001	extorhizosphere	PTYGA	32.49	30.48	29.52	(2.81)	(0.86)	8.33
SSFICO 002	extorhizosphere	PTYGA	29.95	27.14	28.57	(2.75)	(1.26)	8.33
SSFICO 003	extorhizosphere	PTYGA	30.46	30.48	29.52	3.62	2.11	8.67
SSFICO 005	extorhizosphere	PTYGA	29.44	28.57	30.00	3.47	1.88	6.67
SSFICO 006	extorhizosphere	TSA	24.87	23.81	24.29	(2.98)	(1.11)	8.33
SSFICO 008	extorhizosphere	TSA	30.96	28.10	29.52	(2.23)	(0.83)	8.00
control			0.00	0.00	0.00	3.47	2.41	9.33

Media: TSA = tryptone soya agar; NA = nutrient agar; KB = King's B medium; PTYGA = pentose tryptone yeast glucose agar

[1/] Fungal colony inhibition was compared with control: PA = test with P. *aphanidermatum* ; PM = test with *P. myriotylum*

[2/] Plant bioassay was tested on vegetable seeds (n=30) and reported in term of soot length, root length (cm) and number of germinated seed (average to10) value in the parenthesis indicated seedling toxicity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคัดเลือกแบคทีเรียเขตรากพืชที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อ *Pythium* sp. ในสภาพ *in vitro* จำนวน 112 ไอโซเลทที่แยกได้จากสลัดคอส เรดโอ๊ค และ ฟิลเลย์ที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบ DRFT แห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ได้แบคทีเรียที่มีคาดว่ามีศักยภาพจำนวน 30 ไอโซเลท โดยเป็นแบคทีเรียเขตที่แยกได้จากภายในรากสลัดคอส จำนวน 7 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท ECO 001, ECO 002, ECO 003, ECO 004, ECO 005, ECO 006 และ ECO 008 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากผิวรากสลัดคอส จำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท RCO 001, RCO 003, RCO 004 และ RCO 007 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากภายในรากสลัดเรดโอ๊ค 2 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท ERO 001 และ ERO 002 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากรากสลัดฟิลเลย์ 1 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท CFI 010 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากภายในรากสลัดฟิลเลย์ 2 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท EFI 001 และ EFI 002 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากผิวรากสลัดฟิลเลย์ 1 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท RFI 001 และ เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากสารละลายธาตุอาหาร 13 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท SSFI 001, SSFI 003, SSFI 007, SSFI 008, SSFI 009, SSRO 001, SSRO 002, SSFICO 001, SSFICO 002, SSFICO 003, SSFICO 005, SSFICO 006 และ SSFICO 008 (Table 5)

ผลการคัดเลือกแบคทีเรียเขตรากพืชที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อ *Pythium* sp. ในสภาพ *in vitro* จำนวน 192 ไอโซเลทที่แยกได้จากมะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่น ที่ปลูกในวัสดุปลูกที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรงเทพฯ และโครงการหลวงหนองหอย จ. เชียงใหม่ ได้แบคทีเรียที่มีคาดว่ามีศักยภาพจำนวน 42 ไอโซเลท โดยเป็นแบคทีเรียเขตที่แยกได้จากภายในรากมะเขือเทศจำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ ไอโซเลท ETO 005, ETO 023, ETO 024, ETO 031, ETO 036, ETO 039, ETO 042, ETO 046 และ ETO 047 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากผิวรากมะเขือเทศจำนวน 3 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท RTO 075, RTO 079 และ RTO 081 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้วัสดุปลูกที่ปลูกมะเขือเทศจำนวน 18 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท SSTO 001, SSTO 002, SSTO 003, SSTO 004, SSTO 007, SSTO 010, SSTO 012, SSTO 013, SSTO 014, SSTO 027, SSTO 053, SSTO 055, SSTO 057, SSTO 062, SSTO 063, SSTO 065, SSTO 068 และ SSTO 073 เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากภายในรากแตงกวาญี่ปุ่น 7 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท ECCB 031,ECCB 046, ECCB 050, ECCB 051, ECCB 054 และ ECCB 056 และ เป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุปลูกที่ปลูกแตงกวาญี่ปุ่น 5 ไอโซเลท ได้แก่ไอโซเลท SSCCB 021, SSCCB 022, SSCCB 023, SSCCB 024 และ SSCCB 059 (Table 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6 Bacterial isolates from substrate culture and their properties to inhibit *Pythium* spp. in dual culture

System: Substrate	Plant: Tomato	Location: Ladkrabang, BKK and Cheangmai			Year: 2007		
isolation details			Fungal colony inhibition (%)[1/]			plant bioassay[2/]	
name	habitat	media	PA1	PA2	PM1	shoot	root	seed
ETO 005	endophytic	TSA	59.05	60.00	58.10	4.10	2.72	9.00
SSTO 001	extorhizosphere	TSA	63.33	66.19	62.86	4.12	2.92	8.00
SSTO 002	extorhizosphere	TSA	56.19	58.57	57.62	(4.10)	(1.99)	7.67
SSTO 003	extorhizosphere	TSA	48.57	49.05	49.05	4.70	2.83	9.33
SSTO 004	extorhizosphere	TSA	57.14	56.19	56.67	4.28	2.31	6.00
SSTO 007	extorhizosphere	PTYGA	54.29	50.00	49.05	(3.13)	(1.71)	5.33
SSTO 010	extorhizosphere	KB	42.38	40.00	41.90	4.70	3.63	9.00
SSTO 012	extorhizosphere	KB	52.38	52.38	54.76	(4.30)	(2.88)	8.33
SSTO 013	extorhizosphere	KB	50.48	50.00	50.00	4.72	2.82	7.00
SSTO 014	extorhizosphere	KB	56.19	57.14	56.67	4.90	3.27	9.00
ETO 023	endophytic	KB	61.43	60.00	60.48	4.51	2.55	9.00
ETO 024	endophytic	KB	67.14	64.76	64.76	4.05	2.96	8.33
SSTO 027	extorhizosphere	KB	33.33	31.90	32.38	(4.38)	(2.24)	7.33
ETO 031	endophytic	TSA	69.05	69.05	69.05	4.96	3.25	8.67
ETO 036	endophytic	TSA	44.29	44.76	43.81	4.85	3.41	7.67
ETO 039	endophytic	TSA	61.90	60.95	61.43	5.21	3.63	8.67
ETO 042	endophytic	TSA	50.48	49.52	50.48	4.69	3.83	9.33
ETO 046	endophytic	PTYGA	70.48	72.38	72.86	4.53	3.00	9.00
ETO 047	endophytic	PTYGA	61.43	65.71	61.90	4.24	2.60	7.33
SSTO 053	extorhizosphere	TSA	62.38	63.81	62.38	3.98	2.95	9.00
SSTO 055	extorhizosphere	TSA	47.14	45.71	48.10	(3.15)	(1.78)	9.00
SSTO 057	extorhizosphere	TSA	48.10	48.57	48.57	3.20	2.61	9.67
SSTO 062	extorhizosphere	TSA	62.86	60.95	60.48	(2.70)	(1.82)	10.00
SSTO 063	extorhizosphere	PTYGA	27.62	28.57	30.95	3.39	2.67	8.67
SSTO 065	extorhizosphere	PTYGA	44.76	42.38	42.86	3.95	2.94	9.00
SSTO 068	extorhizosphere	PTYGA	43.81	43.81	44.29	(3.09)	(1.78)	8.67
SSTO 073	extorhizosphere	PTYGA	44.29	44.76	3.07	2.05	9.67	44.29
RTO 075	rhizoplane	PTYGA	41.43	40.48	41.43	3.00	2.35	9.33
RTO 079	rhizoplane	PTYGA	49.52	48.10	49.52	3.57	2.21	10.00
RTO 081	rhizoplane	PTYGA	44.29	43.33	45.71	(3.08)	(1.85)	8.33
control			0.00	0.00	0.00	3.26	2.39	9.33

Media: TSA = tryptone soya agar; NA = nutrient agar; KB = King's B medium; PTYGA = pentose tryptone yeast glucose agar

[1/] Fungal colony inhibition was compared with control: PA = test with P. *aphanidermatum* ; PM = test with *P. myriotylum*

[2/] Plant bioassay was tested on vegetable seeds (n=30) and reported in term of soot length, root length (cm) and number of germinated seed (average to10) value in the parenthesis indicated seedling toxicity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 6 (continue)

System: Substrate	Plant: Tomato	Location: Ladkrabang, BKK and Cheangmai			Year 2007		
isolation details			Fungal colony inhibition (%)[1/]			plant bioassay[2/]	
name	habitat	media	PA1	PA2	PM1	shoot	root	seed
SSCCB 021	extorhizosphere	PTYGA	53.33	60.95	61.90	3.31	2.71	9.67
SSCCB 022	extorhizosphere	PTYGA	64.29	67.14	67.62	3.65	2.95	9.67
SSCCB 023	extorhizosphere	PTYGA	61.90	53.33	54.29	3.36	2.87	9.33
SSCCB 024	extorhizosphere	PTYGA	52.38	50.00	53.81	3.73	2.70	10.00
ECCB 031	endophytic	TSA	55.24	53.81	3.76	1.99	8.33	55.24
ECCB 040	endophytic	TSA	33.33	29.52	30.95	(2.77)	(1.74)	10.00
ECCB 046	endophytic	KB	69.05	65.24	68.57	3.12	2.82	9.33
ECCB 050	endophytic	KB	60.95	57.62	58.10	3.19	2.30	10.00
ECCB 051	endophytic	TSA	82.86	72.38	72.38	3.23	2.88	10.00
ECCB 054	endophytic	TSA	52.38	51.90	51.90	3.01	2.14	9.33
ECCB 056	endophytic	TSA	57.62	48.10	48.10	3.03	1.77	9.33
SSCCB 059	extorhizosphere	PTYGA	69.52	70.48	69.52	3.06	1.52	6.67
control			0.00	0.00	0.00	3.40	2.66	9.67

Media: TSA = tryptone soya agar; NA = nutrient agar; KB = King's B medium; PTYGA = pentose tryptone yeast glucose agar

[1/] Fungal colony inhibition was compared with control: PA = test with P. *aphanidermatum* ; PM = test with *P. myriotylum*

[2/] Plant bioassay was tested on vegetable seeds (n=30) and reported in term of soot length, root length (cm) and number of germinated seed (average to10) value in the parenthesis indicated seedling toxicity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2. ทดสอบประสิทธิภาพแบคทีเรียในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การทดสอบประสิทธิภาพของแบคที่เรียในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน กระทำในระบบปลูกแบบ NFT จำนวน 4 crop โดยใช้แบคทีเรียเขตรากพืชที่แยกได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ จำนวน 5 ไอโซเลทได้แก่ Bh 019P, Bh 020K, ERO 002, ETO 046 และ ECCB 051 ทดลองร่วมกับไอโซเลทที่ได้เคยรายงานไว้โดยพรหมมาศ (2548) จำนวน 5 ไอโซเลทได้แก่ R10, K16, G20, G44 และ G53

2.1 การปลูกครั้งที่ 1 (กรกฎาคม – สิงหาคม 2550)

ทำการทดลองในผักสลัดเรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด โดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท R10/1, R10/2, R10/3 และ K 16 ได้ผลดังนี้

2.1.1 อัตราการเกิดโรคและความรุนแรง

ในผักสลัดเรดโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชแต่ละไอโซเลท แบคทีเรียไอโซเลท R10/1, R10/2 และ R10/3 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ เนื่องจากมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง โดยไอโซเลทที่มีค่าความรุนแรงต่ำที่สุดประเมินที่ 11 วันหลังการปลูกเชื้อ ได้แก่ ไอโซเลท R10/1 รองลงมาได้แก่ R10/2 และ R10/3 โดยมีค่าความรุนแรงเท่ากับ 2.2, 2.3 และ 2.3 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมปลูกเชื้อมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 3.9 (Table 7)

Table 7 The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Disease incidence (%) [1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5) [2/]					
		1	3	5	7	9	11
R10/1	100	0.0	0.4	0.9	1.4	2.0	2.2
R10/2	100	0.0	0.8	1.0	1.3	2.1	2.3
R10/3	100	0.0	0.8	0.9	1.2	1.7	2.3
K16	100	0.0	0.9	1.4	2.1	2.3	2.9
control (ปลูกเชื้อ)	100	0.0	1.7	2.4	2.8	3.2	3.9
control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotten root, 3 = rotten root and temporary wilt, 4 = rotten root and permanent wilt and 5 = died plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

81754

ในผักสลัดกรีนโอ๊ค พบว่าได้ผลในทำนองเดียวกันกับสลัดเรดโอ๊คคือกรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืช จะมีความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อ จากการประเมินค่าความรุนแรงของการเกิดโรคในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ 11 วัน หลังการปลูกเชื้อพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชไอโซเลท R10/3 มีความรุนแรงของการเกิดโรคต่ำที่สุดเท่ากับ 1.9 ในขณะที่ชุดควบคุมปลูกเชื้อมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคเป็น 3.9 ส่วนไอโซเลทอื่นๆ ได้แก่ R10/2, K16 และ R10/1 มีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 2.1, 2.1 และ 2.3 ตามลำดับ (Table 8)

Table 8 The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Disease incidence (%) [1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5) [2/]					
		1	3	5	7	9	11
R10/1	100	0.0	0.7	0.9	1.1	2.0	2.3
R10/2	100	0.0	0.7	0.8	1.2	1.8	2.1
R10/3	100	0.0	0.4	0.5	1.0	1.4	1.9
K 16	100	0.0	0.3	0.6	1.3	1.5	2.1
control (ปลูกเชื้อ)	100	0.4	1.6	2.1	2.4	2.9	3.9
control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotten root, 3 = rotten root and temporary wilt, 4 = rotten root and permanent wilt and 5 = died plant

ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮด พบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 และ K16 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายอันเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้มากที่สุด โดยมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรค เท่ากับ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อมีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคเท่ากับ 3.8 (Table 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 9 The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Disease incidence (%) [1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5) [2/]					
		1	3	5	7	9	11
R10/1	100	0.0	0.8	0.8	1.0	1.7	2.1
R10/2	100	0.0	0.8	1.0	1.4	2.1	2.8
R10/3	100	0.0	0.2	0.4	0.9	1.9	2.7
K16	100	0.0	0.6	0.8	1.2	1.6	2.2
control (ปลูกเชื้อ)	100	0.6	1.4	2.2	2.8	3.0	3.8
control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotten root, 3 = rotten root and temporary wilt, 4 = rotten root and permanent wilt and 5 = died plant

2.1.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

ทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตรวมของพืชที่อายุ 6 สัปดาห์พบว่าในผักสลัดเรดโอ๊คที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 จะทำให้มีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ คือเท่ากับ 222.1 กรัม รองลงมาได้แก่ R10/3 ได้ผลผลิตรวมเท่ากับ 184.9 กรัม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 24.7 กรัม ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อด้วย (Table 10)

Table 10 Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: July – Aug 2007)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
R10/1	9	222.1	24.7
R10/2	9	157.4	17.5
R10/3	9	184.9	20.5
K16	8	170.5	21.9
control (ปลูกเชื้อ)	9	168.1	18.7
control (ไม่ปลูกเชื้อ)	8	174.9	21.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่จากการประเมินน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆ ทางสถิติ ได้แก่ ลำต้น และราก พบว่าในส่วนลำต้นของผักสลัดเรดโอ๊คในกรรมวิธีที่ทรีตด้วบแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 แม้จะมีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ (19.1 กรัม) แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของราก พบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 มีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ (5.5 กรัม) แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นกัน (Table 11)

Table 11 Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter[1/]
	shoot	root	
R10/1	19.1 a	5.5 a	23.7 ab
R10/2	13.6 a	3.9 a	20.5 ab
R10/3	16.2 a	4.4 a	19.6 b
K 16	15.2 a	4.3 a	20.0 b
Control (ปลูกเชื้อ)	16.5 a	4.3 a	30.0 a
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	14.8 a	4.6 a	24.7 ab

[1/] Data were collected at harvesting day
Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ในผักสลัดกรีนโอ๊คก็พบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 จะทำให้มีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ รวมถึงกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อด้วย โดยมีน้ำหนัก 31.6 กรัม และผลผลิตรวมเท่ากับ 284.6 กรัม ตามลำดับ (Table 12)

Table 12 Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
R 10/1	9	284.6	31.6
R 10/2	9	140.7	15.6
R 10/3	8	176.8	22.1
K 16	8	174.3	21.8
Control (ปลูกเชื้อ)	5	53.7	10.7
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	153.6	17.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ ของค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของลำต้น และราก พบว่า สลัดกรีนโอ๊คที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 จะมีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าน้ำหนักสดลำต้น และรากเท่ากับ 23.2 และ 8.4 กรัม ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมที่มีการปลูกเชื้อมีค่าน้ำหนักสดลำต้น และรากเท่ากับ 7.2 และ 2.5 กรัม ตามลำดับ รวมถึงมีขนาดทรงพุ่มที่ใหญ่กว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักสดลำต้นของสลัดกรีนโอ๊คที่ทรีตด้วยแบคทีเรีย R10/1 จะมีค่าน้ำหนักที่เทียบเท่ากันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อด้วย (Table 13)

Table 13 Average fresh weight and head diameter of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter[1/]
	shoot	root	
R10/1	23.2 a	8.4 a	26.0 a
R10/2	12.2 ab	3.5 b	20.9 b
R10/3	17.2 ab	4.9 ab	22.2 ab
K 16	16.4 ab	5.4 ab	21.0 b
Control (ปลูกเชื้อ)	7.2 b	2.5 b	19.5 b
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	19.4 ab	6.2 ab	24.4 ab

[1/] Data were collected at harvesting day

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮด พบว่า กรรมวิธีที่ทำการทดสอบด้วยแบคทีเรีย ไอโซเลท R10/3 จะทำให้มีน้ำหนักผลผลิตรวมสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีผลผลิตรวมเท่ากับ 272.8 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีการปลูกเชื้อซึ่งมีผลผลิตรวมเท่ากับ 182.3 กรัม (Table 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 14 Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
R 10/1	9	210.1	17.5
R 10/2	9	228.4	20.3
R 10/3	9	272.8	23.5
K 16	9	218.5	18.3
Control (ปลูกเชื้อ)	9	182.3	15.9
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	270.1	23.9

และจากการวิเคราะห์น้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆ ของผักสลัดทางสถิติ พบว่าในผักสลัดบัตเตอร์เฮดส่วนของลำต้นของกรรมวิธีที่ทดสอบด้วบแบคทีเรียไอโซเลท R10/3 แม้จะมีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ โดยมีค่าเท่ากับ 23.5 กรัม แต่ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (15.9 กรัม) และในส่วนของรากและทรงพุ่มก็พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 15)

Table 15 Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Jul – Aug 2007)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter[1/]
	shoot	root	
R10/1	17.5 a	5.8 a	22.2 a
R10/2	20.3 a	5.1 a	20.0 a
R10/3	23.5 a	6.8 a	24.3 a
K16	18.3 a	5.9 a	21.8 a
Control (ปลูกเชื้อ)	15.9 a	4.4 a	18.9 a
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	23.9 a	6.1 a	24.3 a

[1/] Data were collected at harvesting day

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การปลูกครั้งที่ 2 (พฤศจิกายน 2550 – มกราคม 2551)

ทำการทดลองในผักสลัดเรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด โดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท R10/1, G20, G44 และ G53 ได้ผลดังนี้

2.2.1 อัตราการเกิดโรคและความรุนแรง

ในผักสลัดเรดโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G44 และ G20 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ดีที่สุด โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.7 และ 1.9 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.1 ส่วนกรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G53 และ R10/1 มีค่าความรุนแรงของโรคเป็น 2.3 และ 2.9 ตามลำดับ (Table 16)

Table 16 The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
R10/1	100	0.3	1.4	2.5	2.8	2.7	2.9
G20	100	0.1	0.8	1.8	2.3	2.3	1.9
G44	100	0.1	0.6	1.3	1.4	1.4	1.7
G53	100	0.3	1.3	2.2	2.3	2.3	2.3
Control (ปลูกเชื้อ)	100	0.8	1.4	2.3	2.5	2.5	3.1
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0 .0	0 .0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

ในผักสลัดบัตเตอร์เฮดก็พบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G20 และ G44 มีค่าความรุนแรงของการเกิดโรคค่อนข้างต่ำ คือมีค่าเท่ากับ 2.0 และ 2.4 ตาลำดับ ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.8 ส่วนกรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท R10/1 และ G53 มีค่าความรุนแรงของโรคเป็น 2.8 (Table 17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 17 The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
R 10/1	100	0.7	1.4	2.3	2.3	2.2	2.8
G 20	100	0.3	1.0	1.7	1.8	2.0	2.0
G 44	100	0.0	0.9	1.4	1.6	1.4	2.4
G 53	100	0.7	1.7	2.3	2.3	2.8	2.8
control (ปลูกเชื้อ)	100	0.3	2.1	3.3	3.3	3.3	3.8
control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

2.2.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

ทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต พบว่าในผักสลัดเรดโอ๊คที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G20 จะมีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ โดยมีน้ำหนัก 43.3 กรัม และ ผลผลิตรวมเท่ากับ 519.7 กรัม ตามลำดับ (Table 18)

Table 18 Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
R 10/1	12	270.4	22.5
G 20	12	519.7	43.3
G 44	12	341.5	28.5
G 53	12	273.7	22.8
Control (ปลูกเชื้อ)	11	183.1	16.6
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	11	746.6	67.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่าง ๆ พบว่าในผักสลัดเรดโอ๊ค ที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G20 จะมีน้ำหนักลำต้น และราก สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ (35.4 และ 7.9 กรัม) แต่ยังไม่ถึงกับแตกต่างกันทางสถิติกับกับกรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อ (14.1 และ 2.5 กรัม) อย่างไรก็ตามพบว่าการทรีตด้วยแบคทีเรีย G20 จะทำให้น้ำหนักสดลำต้น จะทำให้ค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นดีเทียบเท่ากันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อนอกจากนี้ขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้น ก็มากเป็นอันดับสองรองจากกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อด้วย (Table 19)

Table 19 Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
R 10/1	18.1 b	4.3 b	19.6 a	18.4 b	(1.2)
G 20	35.4 ab	7.9 ab	20.0 a	23.3 ab	3.3
G 44	23.4 b	5.1 b	20.9 a	22.0 ab	1.1
G 53	19.3 b	3.5 b	17.7 a	18.8 b	1.1
Control (ปลูกเชื้อ)	13.3 b	2.5 b	18.0 a	18.5 b	0.5
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	54.3 a	13.6 a	23.9 a	29.3 a	5.4

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation
Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ในผักสลัดบัตเตอร์เฮดพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท G44 และ G53 จะมีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยมีน้ำหนัก 51.4 และ 51.7 กรัมตามลำดับ และผลผลิตรวมเท่ากับ 736.2 และ 725.9 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีการปลูกเชื้อ ซึ่งมีน้ำหนักสดต่อต้นเพียง 21.6 กรัม และ ผลผลิตรวมเท่ากับ 299.4 กรัม (Table 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 20 Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
R 10/1	12	259.8	18.5
G 20	11	379.1	26.6
G 44	12	736.2	51.4
G 53	11	725.9	51.7
Control (ปลูกเชื้อ)	6	299.4	21.6
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	12	1227.9	88.5

จากการวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆ พบว่าในผักสลัดบัตเตอร์เฮดที่ทรีตด้วบแบคทีเรียไอโซเลท G44 และ G53 แม้จะมีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ โดยมีน้ำหนักสดลำต้นเท่ากับ 51.4 และ 51.8 กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักสดรากเท่ากับ 10.0 และ 8.8 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ แต่มีขนาดของทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างดี เป็นที่สองรองจากกรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อ (Table 21)

Table 21 Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 2: Nov 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
R 10/1	18.5 b	3.2 c	23.6 b	25.8 ab	2.2
G 20	26.6 b	5.0 bc	24.5 ab	26.7 ab	2.2
G 44	51.4 b	10.0 ab	25.5 ab	29.2 ab	3.7
G 53	51.7 b	8.8 abc	22.9 b	26.1 ab	3.2
Control (ปลูกเชื้อ)	21.6 b	3.4 c	23.8 ab	23.6 b	(0.2)
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	88.5 a	14.7 a	26.3 a	30.1 a	3.8

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การปลูกครั้งที่ 3 (ธันวาคม 2550 – มกราคม 2551)

ทำการทดลองในผักสลัดเรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด โดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท G44, ERO 002, Bh 019P และ Bh 020K ได้ผลดังนี้

2.3.1 อัตราการเกิดโรคและความรุนแรง

ในผักสลัดเรดโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชทั้ง 4 ไอโซเลท ได้แก่ Bh 020K, Bh 019P, G44 และ ERO 002 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ โดยมีความรุนแรงของโรค เท่ากับ 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.2 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.0 (Table 22)

Table 22 The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
G 44	100	0.3	0.4	0.8	0.9	0.9	0.9
ERO 002	100	0.8	0.7	0.8	1.1	1.1	1.2
Bh 019P	100	0.4	0.1	0.7	0.8	0.8	0.8
Bh 020K	100	0.8	1.0	0.7	0.7	0.6	0.7
Control (ปลูกเชื้อ)	100	1.1	1.4	2.2	2.7	2.7	3.0
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

การประเมินค่าความรุนแรงของการเกิดโรคในผักสลัดกรีนโอ๊คที่ 11 วัน หลังการปลูกเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชทั้ง 4 ไอโซเลทได้แก่ Bh 020K, Bh 019P, G44 และ ERO 002 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ โดยมีความรุนแรงของโรค เท่ากับ 0.7, 0.8, 1.2 และ 1.3 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.0 (Table 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 23 The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
G 44	100	0.7	0.9	1.1	1.1	1.2	1.2
ERO 002	100	0.9	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3
Bh 019P	100	0.3	0.1	0.9	0.6	0.6	0.8
Bh 020K	100	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.7
Control (ปลูกเชื้อ)	100	1.2	1.6	2.6	2.9	2.9	3.0
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

ในผักสลัดบัตเตอร์เฮด พบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชทั้ง 4 ไอโซเลทได้แก่ Bh 019P, G44, Bh 020K และ ERO 002 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้เช่นกัน โดยมีความรุนแรงของโรค เท่ากับ 0.4, 0.6, 0.7 และ 1.1 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.3 (Table 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 24 The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
G 44	100	0.6	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6
ERO 002	100	0.8	0.3	0.2	0.7	0.8	1.1
Bh 019 P	100	0.6	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Bh 020 K	100	0.7	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7
Control (ปลูกเชื้อ)	100	0.9	0.8	2.2	2.2	2.2	2.3
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

2.3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

ทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต พบว่าผักสลัดเรดโอ๊คที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P มีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ รองจากกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ โดยมีน้ำหนักต่อต้น 77.8 กรัม และ ผลผลิตรวมเท่ากับ 700.2 กรัม ในขณะกรรมวิธีควบคุมที่ปลูกเชื้อมีน้ำหนักสดต่อต้นเพียง 47.5 และมีผลผลิตรวมเท่ากับ 427.1 กรัม (Table 25)

Table 25 Yields and fresh weight of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
G 44	9	534.6	59.4
ERO 002	9	592.1	65.8
Bh 019P	9	700.2	77.8
Bh 020K	9	674.2	74.9
Control (ปลูกเชื้อ)	9	427.1	47.5
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	734.5	81.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆ พบว่าในส่วนลำต้นของผักสลัดเรดโอ๊คในกรรมวิธีที่ทรีตด้วบแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P จะมีน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 62.7 กรัม แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมปลูกเชื้อ ซึ่งมีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยเพียง 37.6 กรัม ในกรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท Bho19P นี้ ยังให้ค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยที่เทียบเท่ากันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อด้วย รวมถึงยังมีขนาดทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดด้วย ส่วนไอโซเลทที่มีศักยภาพรองลงมาได้แก่ไอโซเลท Bh 020K ERO 002 และ G44 ซึ่งให้ค่าการเจริญเติบโตเทียบเท่ากันทางสถิติกับไอโซเลท Bh 019P เช่นกัน (Table 26)

Table 26 Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
G 44	48.2 abc	11.2 a	28.9 ab	32.4 abc	7.1
ERO 002	53.9 abc	11.8 a	29.3 ab	31.7 bc	2.4
Bh 019P	62.7 a	15.1 a	29.3 ab	35.6 a	3.7
Bh 020K	60.7 ab	14.2 a	27.0 b	34.3 ab	7.3
Control (ปลูกเชื้อ)	37.6 c	9.9 a	29 .0 ab	29.1 c	0.1
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	66.6 a	15.0 a	31.0 a	35.0 ab	3.9

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation
Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ในผักสลัดกรีนโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียเขตรากพืชทั้ง 4 ไอโซเลท Bh 019P, Bh 020K, ERO 002 และ G44 จะมีน้ำหนักสดต่อต้นและผลผลิตค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีการปลูกเชื้อ โดยมีผลผลิตรวมเท่ากับ 823.3, 794.7, 785.2 และ 708.0 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ชุดควบคุมที่มีการปลูกเชื้อได้ผลผลิตรวมเท่ากับ 607.4 กรัม (Table 27)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 27 Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 1: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
G 44	9	708.0	78.7
ERO 002	9	785.2	87.6
Bh 019P	9	823.3	91.5
Bh 020K	9	794.7	88.3
Control (ปลูกเชื้อ)	9	607.4	67.5
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	969.4	107.7

จากการวิเคราะห์ทางสถิติค่าน้ำหนักสดเฉลี่ย ทั้งในส่วนของลำต้น และรากก็พบว่า ไอโซเลท Bh 019P, Bh 020K และ ERO 002 และ G44 มีค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 73.7, 70.5, 69.8 และ 62.4 กรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (Table 28)

Table 28 Average fresh weight and head diameter of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
G 44	62.4 a	16.2 ab	28.0 b	34.4 ab	6.4
ERO 002	69.8 a	17.4 ab	29.6 ab	34.6 ab	5.0
Bh 019P	73.7 a	17.8 ab	30.3 ab	36.2 a	5.9
Bh 020K	70.5 a	17.8 ab	28.7 ab	35.8 a	7.1
Control (ปลูกเชื้อ)	55.0 a	12.4 b	29.1 ab	30.3 b	1.2
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	85.8 a	21.9 a	31.1 a	36.4 a	5.0

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮด พบว่าทุกกรรมวิธี ให้ผลผลิตที่ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก (Table 29)

Table 29 Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
G 44	9	574.5	54.3
ERO 002	9	494.9	46.0
Bh 019 P	9	660.1	60.1
Bh 020 K	9	597.3	53.4
Control (ปลูกเชื้อ)	9	546.5	49.3
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	663.4	59.4

จากการวิเคราะห์ทางสถิติน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆของผักสลัด ได้แก่ ลำต้นและราก พบว่าในส่วนของลำต้นไม่มีความแตกต่างกัน (Table 30)

Table 30 Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 3: Dec 2007 – Jan 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
G 44	54.3 a	9.5 a	27.1 ab	33.0 ab	5.9
ERO 002	46.0 a	9.0 a	26.4 ab	30.1 bc	3.7
Bh 019 P	60.1 a	13.3 a	27.7 a	33.2 a	5.5
Bh 020 K	53.4 a	13.0 a	24.8 b	30.1 bc	5.3
Control (ปลูกเชื้อ)	49.3 a	11.5 a	27.2 ab	28.8 c	1.6
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	59.4 a	14.3 a	27.7 a	31.8 ab	4.1

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การปลูกครั้งที่ 4 (มกราคม – มีนาคม 2551)

ทำการทดลองในผักสลัดเรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด โดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P, ETO 046, ECCB 051 และ RTO 081 ได้ผลดังนี้

2.4.1 อัตราการเกิดโรคและความรุนแรง

ในผักสลัดเรดโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P และ ETO 046 มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.4 และ 1.8 ตามลำดับ ต่ำกว่าชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.7 ไอโซเลทที่มีศักยภาพรองลงมาได้แก่ ECCB 051 และ RTO 081 ซึ่งมีค่าความรุนแรงของโรคเท่ากับ 2.3 (Table 31)

Table 31 The incidence and severity of root rot disease in red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
Bh 019P	100	0.3	0.6	0.3	0.1	1.2	1.4
ETO 046	100	0.6	0.7	0.6	0.7	1.9	1.8
ECCB 051	100	0.3	0.7	0.9	1.6	2.3	2.3
RTO 081	100	0.4	0.9	1.6	1.2	2.2	2.3
Control (ปลูกเชื้อ)	100	1.3	1.8	2.6	3.0	3.7	3.7
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินค่าความรุนแรงของการเกิดโรคในผักสลัดกรีนโอ๊ค ที่ 11 วัน หลังการปลูกเชื้อ พบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหาย เนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้มากที่สุด โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.4 ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีค่าเท่ากับ 3.6 ส่วนกรรมวิธีอื่นๆ ที่ทรีตด้วยแบคทีเรียมีค่าความรุนแรงของโรคเท่ากับ 2.7 (Table 32)

Table 32 The incidence and severity of root rot disease in green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)[2/]					
		1	3	5	7	9	11
Bh 019P	100	0.3	0.3	0.9	0.8	1.4	1.4
ETO 046	100	1.0	0.8	1.2	1.6	2.3	2.7
ECCB 051	100	0.7	1.1	1.4	1.8	2.4	2.7
RTO 081	100	0.6	0.8	1.8	1.9	2.4	2.7
Control (ปลูกเชื้อ)	100	1.3	1.9	2.9	2.7	3.4	3.6
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

ในผักสลัดบัตเตอร์เฮด พบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสียหายอันเนื่องจากโรครากเน่าโคนเน่าได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ไอโซเลท ETO 046, RTO 081 และ ECCB 051 โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 1.1, 1.2, 1.7 และ 1.8 ต่ำกว่าชุดควบคุมที่ทำการปลูกเชื้อซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.3 (Table 33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 33 The incidence and severity of root rot disease in butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Disease incidence (%)[1/]	Disease severity in each day after inoculation (0-5)					
		1	3	5	7	9	11
Bh 019 P	100	0.2	0.3	0.0	0.0	1.0	1.1
ETO 046	100	0.2	0.1	0.1	0.1	1.1	1.2
ECCB 051	100	0.6	0.8	0.9	1.1	1.8	1.8
RTO 081	100	0.3	0.8	0.9	1.0	1.9	1.7
Control (ปลูกเชื้อ)	100	1.0	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

[1/] Disease incidence was evaluated at eleven day after inoculation

[2/] Disease severity was average from total disease rating (0-5) of plants in each treatment; whereby 0 = healthy plant, 1 = brown root, 2 = rotted root, 3 = rotted root and temporary wilt, 4 = rotted root and permanent wilt and 5 = died plant

2.1.2 การเจริญเติบโตและผลผลิต

ทางด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่า ไอโซเลทที่มีแนวโน้มทำให้สลัดเรดโอ๊คให้ผลผลิตที่ดีได้แก่ ECCB 051, ETO 046 และ Bh 019P โดยมีผลผลิตรวมเท่ากับ 561.3, 557.7 และ 526.0 กรัม ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อซึ่งมีผลผลิตรวมเท่ากับ 499.2 กรัม (Table 34)

Table 34 Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
Bh 019P	9	526.0	58.4
ETO 046	9	557.7	62.0
ECCB 051	9	561.3	62.4
RTO 081	9	368.1	40.9
Control (ปลูกเชื้อ)	9	309.1	34.3
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	499.2	55.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น และราก พบว่าใน ส่วนลำต้นของผักสลัดเรดโอ๊คในกรรมวิธีที่ทรีตด้วบแบคทีเรียไอโซเลท ETO 046, Bh 019P และ ECCB 051 มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อ โดยมีค่าเท่ากับ 45.3, 44.4 และ 40.0 กรัม (กรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้อมีค่าเท่ากับ 42.4 กรัม) ในส่วนของรากพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท ECCB 051 มีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (22.4 กรัม) จากการวัดขนาดของทรงพุ่มในวันเก็บเกี่ยวพบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท ETO 046, Bh 019P และ ECCB 051 มีขนาดทรงพุ่ม 25.8, 25.3 และ 25.3 เซนติเมตรตามลำดับ (Table 35)

Table 35 Average fresh weight and head diameter of red-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
Bh 019P	44.4 a	14.0 a	22.2 a	25.3 b	3.0
ETO 046	45.3 a	16.7 a	22.9 a	25.8 ab	3.0
ECCB 051	40.0 a b	22.4 a	21.6 a	25.3 b	3.7
RTO 081	31.0 bc	9.9 a	20.6 a	23.7 bc	3.1
Control (ปลูกเชื้อ)	25.7 c	8.7 a	21.2 a	21.3 c	0.1
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	42.4 a	13.1 a	22.7 a	28.6 a	5.9

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation
Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ในผักสลัดกรีนโอ๊คพบว่า กรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท ETO 046 จะทำให้มีผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ รองลงมาได้แก่ ECCB 051, Bh 019P และ RTO 081 โดยมีผลผลิตรวมเท่ากับ 988.4, 788.6, 753.6 และ 640.2 กรัม ตามลำดับ ไอโซเลท ETO 046, ECCB 051 และ Bh 019P ยังทำให้สลัดกรีนโอ๊คมีผลผลิตที่ดีกว่ากรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อด้วย ซึ่งมีผลผลิตรวมเท่ากับ 687.1 กรัม (Table 36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 36 Yields and fresh weight of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
Bh 019P	9	753.6	83.7
ETO 046	9	988.4	109.8
ECCB 051	9	788.6	87.6
RTO 081	9	640.2	73.1
Control (ปลูกเชื้อ)	8	418.9	52.4
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	687.1	76.3

จากการวิเคราะห์ทางสถิติในส่วนของลำต้นพบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรียไอโซเลท ETO 046 ทำให้สลัดกรีนโอ๊ค มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด โดยมีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อมีเท่ากับ 88.9 กรัม ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมไม่ปลูกเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (58.7 กรัม) รองลงมาได้แก่ไอโซเลท Bh 019P และ ECCB 051 ซึ่งมีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อมีเท่ากับ 67.7 และ 67.1 (Table 37)

Table 37 Average fresh weight and head diameter of green-oak treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	raising
Bh 019P	65.7 ab	18.0 a	25.3 a	27.7 a	2.4
ETO 046	88.9 a	20.9 a	25.8 a	27.8 a	2.0
ECCB 051	67.1 ab	20.5 a	25.8 a	27.7 a	1.9
RTO 081	53.8 bc	17.3 a	25.1 a	26.4 ab	1.3
Control (ปลูกเชื้อ)	38.7 c	13.7 a	24.6 a	24.4 b	(0.3)
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	58.7 bc	17.6 a	24.2 a	28.0 a	3.9

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮดพบว่ากรรมวิธีที่ทรีตด้วยแบคทีเรีย ไอโซเลท Bh 019P จะให้ผลผลิตรวมสูงสุด เท่ากับ 1001.1 กรัม โดยสูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อซึ่งมีผลผลิตรวมเท่ากับ 890.6 กรัม (Table 38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 38 Yields and fresh weight of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	No. of survived plants	Total yield (g)	Fresh wt./plant (g)
Bh 019 P	9	1001.1	91.9
ETO 046	9	810.9	74.1
ECCB 051	9	855.1	75.9
RTO 081	9	885.2	60.3
Control (ปลูกเชื้อ)	9	554.7	48.0
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	9	890.6	79.8

จากการวิเคราะห์ทางสถิติค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นในส่วนต่างๆของผักสลัด ได้แก่ ลำต้น และราก พบว่าในผักสลัดบัตเตอร์เฮดส่วนของลำต้นของกรรมวิธีที่ทรีตด้วบแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P จะมีน้ำหนักสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (91.9 กรัม) และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ (79.8 กรัม) รองลงมาได้แก่ไอโซเลท ECCB 051 และ ETO 046 (Table 39)

Table 39 Average fresh weight and head diameter of butterhead treated by various rhizobacterial isolates (crop 4: Jan – Mar 2008)

Bacterial isolate	Average fresh weight		Head diameter [1/]		
	shoot	root	before	after	enhance
Bh 019 P	91.9 a	19.4 a	22.3 a	25.4 a	3.1
ETO 046	74.1 abc	16.0 ab	22.1 a	24.5 ab	2.4
ECCB 051	75.9 ab	19.1 ab	22.7 a	24.7 ab	2.0
RTO 081	60.3 bc	15.8 ab	21.5 a	24.4 ab	2.9
Control (ปลูกเชื้อ)	48.0 c	13.6 b	22.0 a	22.7 b	0.7
Control (ไม่ปลูกเชื้อ)	79.8 ab	19.2 ab	22.2 a	25.5 a	3.3

[1/] Data were collected in the day before and after inoculation

Values with the different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียที่มีศักยภาพในสภาพ *in vitro*

แบคทีเรียเขตรากพืชที่ได้รายงานไว้ในผลการวิจัยในครั้งนี้ มีจำนวน 465 ไอโซเลท โดยแยกมาจากบริเวณเขตรากพืช (rhizosphere) ของผักบางชนิดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ ได้แก่ 1) rhizosphere ของผักสลัดบัตเตอร์เฮด และเรดโอ๊กที่ปลูกในระบบปลูกแบบ NFT จำนวน 161 ไอโซเลท 2) rhizosphere ของผักสลัดคอส ฟิลเลย์ และเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบปลูกแบบ DRFT จำนวน 112 ไอโซเลท 3) rhizosphere ของมะเขือเทศ และแตงกวาญี่ปุ่นที่ปลูกในระบบปลูกแบบมีวัสดุปลูก จำนวน 192 ไอโซเลท การที่ต้องทำการแยกจากระบบปลูกแบบต่างๆ นั้น ก็เพื่อต้องการความหลากหลายของสายพันธุ์แบคทีเรียที่จะนำมาศึกษาต่อ และเป็นตัวแทนของสายพันธุ์แบคทีเรียเขตรากพืชที่ได้มาจากระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในจำนวน 465 ไอโซเลทที่แยกมาได้นี้ เมื่อนำมาทดสอบเบื้องต้นถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium* spp. สาเหตุโรครากเน่าซึ่งในที่นี้ได้แก่ *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* โดยคัดเลือกเอาเฉพาะไอโซเลทที่มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อราสาเหตุดังกล่าวได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อร่วม (dual culture) ประกอบกับผลการทดสอบความเป็นพิษกับพืชทดสอบในระยะต้นกล้า ได้แบคทีเรียที่มีคุณสมบัติดังกล่าว จำนวน 85 ไอโซเลท ในจำนวนนี้พบว่า ไอเซเลท ERO 002 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้อย่างโดดเด่น คือสามารถยับยั้ง *P. aphanidermatum* และ *P. myriotylum* ได้มากกว่า 50% ในกลุ่มแบคทีเรียจำนวน 85 ไอโซเลท ที่คาดว่ามีศักยภาพนี้ เป็นแบคทีเรียที่ได้จากระบบปลูกแบบ DRFT มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 26.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ระบบแบบมีวัสดุปลูก และน้อยที่สุดในระบบ NFT คิดเป็นสัดส่วน 21.9 และ 8.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังได้สรุปไว้ในตารางที่ 40

การที่ได้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกแบคทีเรียที่คาดว่ามีศักยภาพ โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งที่ไม่สูงมากนัก (ประมาณ 30%) ทั้งนี้เนื่องจากกลไกในการควบคุมโดยชีววิธี โดยแบคทีเรียนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายอย่าง เช่น การเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคโดยตรง (major pathogen) การสนับสนุนการเจริญของพืช โดยการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุรอง (minor pathogen) หรือการกระตุ้นพืชให้เกิดความต้านทาน (Waller, 1988; Thomashow, 1996; Whipps, 2001) ดังนั้นหากมุ่งเน้นเฉพาะการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุหลักแต่เพียงอย่างเดียว อาจทำให้ตัดโอกาสแบคทีเรียที่มีศักยภาพในด้านอื่นๆ ลงมาด้วย นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคในสภาพ *in vitro* นั้น ไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับการยับยั้งการเกิดโรคในสภาพแปลงปลูก (Williams and Asher, 1996) อย่างไรก็ตามการคัดเลือกด้วยวิธีการดังกล่าว ก็คือว่าเป็นคัดแยกในเบื้องต้นที่จะเลือกเอาเฉพาะไอโซเลทที่คาดว่ามีศักยภาพออกมาจากไอโซเลทที่แยกได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจำนวนมาก และในหลายๆ งานทดลองก็ใช้วิธีการนี้เป็นการคัดเลือกในเบื้องต้นเช่นกัน ดังในงานทดลองของ Paulitz et al (1992), Rankin and Paulitz (1994), Williums and Asher (1996), Inam-ul-Hag et al. (2003) และ Coombs et al. (2004) เป็นต้น จากนั้นจึงทำการคัดเลือกเอาเฉพาะไอโซเลทที่ดีที่สุดออกมา Paulitz (1997) รายงานว่า ได้ทำการคัดเลือกแบคทีเรียเขตรากพืชของแตงกวาที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินที่รัฐ Quebec ประเทศ Canada จากการรวบรวมสายพันธุ์มา 600 ไอโซเลท พบว่า มีไอโซเลทที่ผ่านการคัดเลือกในเบื้องต้น ในสภาพ *in vitro* จำนวน 35 ไอโซเลท และเหลือเพียง 5 ไอโซเลท ที่ผ่านการคัดเลือกในสภาพ *in vitro*

Table 40 Summarized number of the selected rhizobacteria isolated from hydroponics during year 2006-2007

System	Habitat	Total isolates	Selected isolates	Percent
NFT	root colonizing	57	2	3.5
	endophytic	50	7	14.0
	rhizoplane	54	4	7.4
	extorhizosphere	--	--	--
Sub total		161	13	8.1
DRFT	root colonizing	41	1	2.4
	endophytic	23	11	47.8
	rhizoplane	25	5	20.0
	extorhizosphere	23	13	56.5
Sub total		112	30	26.8
Substrate	root colonizing	68	--	--
	endophytic	30	16	53.3
	rhizoplane	41	3	7.3
	extorhizosphere	53	23	43.4
Sub total		192	42	21.9
Total		**465**	**85**	**18.3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ยังบอกถึงแนวโน้มในการได้มาซึ่งแบคทีเรียที่คาดว่ามีศักยภาพ โดยพบว่า ในระบบปลูกแบบ DRFT มีแนวโน้มในการได้มาซึ่งแบคทีเรียที่คาดว่ามีศักยภาพมากที่สุด รองลงมาได้แก่ระบบปลูกแบบมีวัสดุปลูก และน้อยที่สุดในระบบ NFT ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ที่มีในแต่ละระบบนั้นจะมีความแตกต่างกัน (Koohakan et al., 2004) รวมถึงระยะเวลาที่พืชจะอยู่ในระบบในแต่ละรอบการผลิตก็มีความแตกต่างกันด้วย ถึงแม้ข้อมูลที่ได้นี้ยังมิได้เป็นตัวแทนที่แท้จริงของแต่ละระบบ เนื่องจากทำการแยกเพียง 1-2 แห่ง เท่านั้น แต่ก็สามารถใช้เป็นข้อมูลในเบื้องต้นได้เนื่องจากยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาเปรียบเทียบในเรื่องนี้มาก่อน ในเรื่องของแหล่งที่อยู่พบว่า แนวโน้มของการได้มาซึ่งแบคทีเรียที่คาดว่ามีศักยภาพนั้น จะได้มาจากแบคทีเรียที่เข้าครอบครองภายใน (endophytic bacteria) ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับบริเวณเขตรากพืชด้านนอก (extorhizosphere) ของระบบปลูกแบบมีวัสดุปลูก ส่วนแบคทีเรียที่อยู่บริเวณผิวรากนั้น มีแนวโน้มที่จะได้แบคทีเรียที่มีศักยภาพค่อนข้างน้อย

2. การทดสอบประสิทธิภาพของแบคทีเรียเขตรากพืชในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

ได้ทำการทดสอบโดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท R10, K16, G20, G44, G53 Bh 019P, Bh 020K, ERO 002, ETO 046, ECCB 051 และ RTO 081 ในผักสลัด 3 ชนิด คือ เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด จำนวนทั้งสิ้น 4 ฤดูปลูก (crop) ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2550 – มีนาคม 2551 ผลการทดสอบทั้ง 4 ฤดูปลูก ได้สรุปไว้ในตารางที่ 41

การปลูกครั้งที่ 1 ทดสอบในแบคทีเรียไอโซเลท R10/1, R10/2, R10/3 และ K16 โดยการทรีตแบคทีเรียไอโซเลทดังกล่าวให้กับพืชทดสอบจำนวน 3 ครั้ง คือ ในระยะเพาะเมล็ด การย้ายกล้า และ 1 สัปดาห์ก่อนการปลูกเชื้อ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลท มีแนวโน้มที่จะลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ นอกจากนี้ยังพบว่า บางไอโซเลท เช่น R10/1 และ R10/3 มีส่วนช่วยให้ผลผลิตของพืชดีขึ้น โดยเฉพาะกับผักสลัดเรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค หากพิจารณาย้อนกลับถึงที่มาของไอโซเลท R10 ก็พบว่า เป็นไอโซเลทที่แยกมาได้จาก rhizosphere ของผักสลัดเรดโอ๊ค เหตุผลดังกล่าวจึงมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการเจริญของพืชดังกล่าวได้ดี เนื่องจากทั้งสลัดเรดโอ๊ค และกรีนโอ๊ค เป็นสลัดประเภท oak leaf (สายพันธ์ crispa) เหมือนกัน ประสิทธิภาพของ R10 ที่ได้จากศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ได้รายงานไว้ก่อนหน้านี้ โดย พรหมมาศ และจักรพงษ์ (2550) ถึงประสิทธิภาพของไอโซเลท R10 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Pythium* sp. สาเหตุโรครากเน่าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน โดยกลไกในการควบคุมเชื้อดังกล่าวเกิดจากเซลล์แบคทีเรียทำให้เส้นใยของเชื้อ *Pythium* sp. เกิดการสลายตัว ดังนั้นในการปลูกครั้งที่ 2 จึงนำเอาไอโซเลทนี้ไปทดสอบร่วมกับไอโซเลทอื่นๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 41 Efficiency of selected rhizobacteria for disease suppression and growth promotion in lettuce grown in NFT

Crop	Isolate name	Redoak				Greenoak				Butterhead			
		D	G1	G2	G3	D	G1	G2	G3	D	G1	G2	G3
1	R10/1*	✓		✓		✓	✓	✓		✓			
	R10/2	✓				✓				✓			
	R10/3*	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
	K16	✓				✓		✓		✓			
2	R10/1					ND				✓			
	G20	✓				ND				✓			
	G44	✓				ND				✓			
	G53					ND				✓			
3	G44	✓				✓				✓			
	Bh 019P*	✓	✓		✓	✓				✓			
	Bh 020K*	✓	✓			✓				✓			
	ERO 002	✓				✓				✓			
4	Bh 019P*	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ETO 046*	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	ECCB 051*	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
	RTO 081	✓								✓			

Parameters: D= disease suppression equal to 20% or more, G1= average fresh weight higher than inoculation control with significant, G2= total yield higher than healthy control, G3= average fresh weight equal to healthy control in statistic

* indicated the potential isolated in each crop

ND= Not determined

การปลูกครั้งที่ 2 ทดสอบโดยใช้แบคทีเรียไอโซเลท R10/1, G20, G44 และ G53 โดยทรีตแบคทีเรียไอโซเลทดังกล่าวลงในพืชทดสอบ จำนวน 2 ครั้ง ดังในขั้นตอนการย้ายกล้า และ 1 สัปดาห์ก่อนการปลูกเชื้อ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไอโซเลท G20 และ G44 มีแนวโน้มที่จะลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ และให้ผลผลิตดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ที่ทำการปลูกเชื้อ แต่ไม่ถึงขั้นแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากผลผลิตโดยรวม ทั้งจากผักสลัด เรดโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด พบว่า ไอโซเลท G44 ให้ผลผลิตที่ดีกว่า ดังนั้นจึงนำเอาไอโซเลทนี้ไปทดสอบในการปลูกครั้งต่อไป ในกรณีของ R10/1 นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพในการทดสอบในครั้งนี้ เป็นไปได้ว่าไม่ได้ทำการทรีตเชื้อตั้งแต่ในระยะเพาะเมล็ด ซึ่งอาจมีผลต่อการเข้าครอบครองรากพืช

การปลูกครั้งที่ 3 ทดสอบกับแบคทีเรียไอโซเลท G44, Bh 019P, Bh 020K และ ERO 002 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 ไอโซเลท มีแนวโน้มที่จะช่วยลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ ในผักสลัดทั้งสามชนิด คือ เรดโอ๊ค กรีนโอ๊ค และบัตเตอร์เฮด ในด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต พบว่าไอโซเลท Bh 019P และ Bh 020K อาจมีส่วนช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยไอโซเลท Bh 019P จะทำให้ผักสลัดเรดโอ๊ค มีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อต้นดีกว่าพืชปกติอย่างมีนัยสำคัญ

การปลูกครั้งที่ 4 ทดสอบกับแบคทีเรียไอโซเลท Bh 019P, ETO 046, ECCB 051 และ RTO 081 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าไอโซเลท Bh 019P, ETO 046 และ ECCB 051 สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคได้ในผักสลัดทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้ยังทำให้ผักสลัดเรดโอ๊ค และกรีนโอ๊คมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้นถึงขั้นเทียบเท่ากันทางสถิติกับต้นสมบูรณ์ที่ไม่ทำการปลูกเชื้อ ส่วนในผักสลัดบัตเตอร์เฮดนั้น พบว่า มีเพียงไอโซเลท Bh 019P ที่ทำให้ผลผลิตดีขึ้นกว่าเดิม และเมื่อตรวจสอบกลับถึงที่มาของไอโซเลทนี้ ก็พบว่า ได้มาจาก rhizosphere ของผักสลัดบัตเตอร์เฮด

ในกรณีของไอโซเลท R10 ที่สนับสนุนการเจริญของสลัดสายพันธุ์ oak leaf ได้ดี และในกรณีของไอโซเลท Bh 019P ที่สนับสนุนการเจริญของสลัดบัตเตอร์เฮดได้ดี เนื่องจากต่างก็แยกมาจาก rhizosphere ของพืชสายพันธุ์เดียวกัน แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างพืชและจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกันได้เป็นอย่างดี และอาจพัฒนามาเป็นสารควบคุมโดยชีววิธี (biological control agent: BCA) ที่มีประสิทธิภาพได้ สอดคล้องกับที่ Waller (1988) กล่าวไว้ ผลการทดสอบทั้ง 4 ฤดูปลูก ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มและความเป็นไปได้ ในการได้มาซึ่งแบคทีเรียที่มีศักยภาพในการควบคุมโรครากเน่าในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แต่เนื่องจากเป็นงานที่ต้องใช้ระยะเวลาและความอดทนสูง การศึกษาในด้านนี้จึงมีค่อนข้างน้อย ตามผลการดำเนินงานของโครงการนี้ได้แบคทีเรียเขตรากพืช 465 ไอโซเลท พบว่ามีไอโซเลทที่มีคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุ จำนวน 85 ไอโซเลท จากการนำเอาบางไอโซเลทที่มีคุณสมบัติดังกล่าวไปทดสอบในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน พบว่ามีไอโซเลทที่คาดว่ามีศักยภาพในการควบคุมโรค ได้แก่ ไอโซเลท R10/1, R10/3, Bh 019P, Bh 020K, ETO 046 และ ECCB 051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานในครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเป้าหมายที่วางไว้ คือ สามารถ แยก คัดเลือก และรวบรวมสายพันธุ์แบคทีเรียที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินในประเทศไทย ซึ่งยังไม่มีผู้ใดกระทำไว้ก่อน โดยแบคทีเรียเขตรากพืชที่แยกได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ มีจำนวน 465 ไอโซเลท ยังไม่รวมถึงไอโซเลทอื่นๆ ที่ได้ทำการแยกไว้ก่อนหน้านี้ การทดสอบเบื้องต้นถึงคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อ *Pythium* sp. สาเหตุโรครากเน่า พบว่ามี 85 ไอโซเลทที่มีคุณสมบัติในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อดังกล่าว การทดสอบกับพืชที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินพบว่าไอโซเลท R10/1, R10/3, Bh 019P, Bh 020K, ETO 046 และ ECCB 051 มีแนวโน้มที่จะควบคุมโรครากเน่าโคนเน่าของผักสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินได้ และบางไอโซเลทอาจมีคุณสมบัติในการสนับสนุนการเจริญเติบโตของพืชด้วย ไอโซเลทที่มีศักยภาพที่ได้จากการทดลองนี้ และที่อาจจะมีขึ้นต่อไปในอนาคต ได้ทำการเก็บรักษาไว้ที่ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อรอนำมาศึกษาพัฒนามาเป็น BCA ที่มีประสิทธิภาพ แนวทางการดำเนินการในขั้นต่อไป จะต้องทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลอง รวมทั้งทำการจัดจำแนกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดิเรก ทองอร่าม. 2547. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการการผลิตและเทคโนโลยีการผลิต เชิงธุรกิจในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 2). ซีเอ็ดยูเคชน จำกัด. กรุงเทพฯ

พรหมมาศ คูหากาญจน์. 2548. ศักยภาพของแบคทีเรียบริเวณเขตรากพืช ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ *Pythium myriotylum* ในระบบ NFT. หน้า 128. *ใน* บทคัดย่อ และ หน้า 1082 – 1092 *ใน* แผ่นบันทึกข้อมูล (CD- ROM) การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 7, ณ โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จ.เชียงใหม่, พฤศจิกายน 2548.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548 ก. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี ในการควบคุมโรครากเน่าของผักสลัดที่เกิดจากเชื้อ Pythium ในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6): 1191-1194.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548 ข. ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี และจุลินทรีย์บริเวณเขตรากพืชที่แยกได้จากสลัดที่ปลูกในระบบปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Pythium myriotylum*. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร 36 (5-6): 1195-1198.

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.

Coombs J.T., Michelsen P.P. and Franco C.M.M. 2003. Evaluation of endophytic actinobacteria as antagonists of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* in wheat. Biological control 29: 359-366.

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. Netherlands Journal of Plant Pathology 99: 277-289.

Grosch R., Kofoet A. and Junge H. 2001. Biological control of root pathogen in soilless culture using bacteria. Acta Horticulturae 548: 393-400.

Hallmann J., Quadt-Hallmann A., Mahaffee W.F. and Kloepper J.W. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. Canadian Journal of Microbiology 43: 895-914.

Inam-ul-Hag M., Javed M., Ahmad R. and Rehman A. 2003. Evaluation of difference strains of biological Pseudomonas fluorescens for the biocontrol of Fusarium wilt of Chickpea. Pakistan Journal of Plant Pathology 2: 65-74.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ikeda H., Koohakan P. and Jaenaksorn T. 2002. Problems and countermeasure in the re-use of the nutrient soluton in soilless production. Acta Horticulturae 578: 213-219.

Koohakan P., Ikeda H., Kusakari S., Masuda T., Mano K. and Masuda R. 2002. Effect of TiO_2 photocatalytic sterilizing system on the suppression of tomato root rot disease in the nutrient solution. Horticultural Research (Japan) 2 (3): 215-219.

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 systems. Scientia Horticulturae 101: 179-188.

Paulitz T.C., Zhou T. and Rankin L. 1992. Selection of rhizobacteria for biological control of *Pythium aphanidermatum* on hydroponically grown tomato. Biological Control 2(3): 226-237.

Paulitz T.C. 1997. Biological control of root pathogens in soilless and hydroponic system. HortScience 32: 193-196.

Paulitz T.C. and Belanger R.R. 2001. Biological control in greenhouse system. Annual Review Phytopathology 39: 103-133.

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.

Stanghellini M.E. and Rasmussen S.L. 1994. Hydroponics: A solution for zoosporic pathogens. Plant Disease 78: 1129-1138.

Thomashow L.S. 1996. Biological control of plant root pathogen. Current Opinion in Biotechnology 7: 343-347.

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. Netherlands. Journal of Plant Pathology 96: 119-132.

Weller D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. Annual Review of Phytopathology 26: 379-407.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Whipps J.M. 2001. Microbial interaction and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 52: 487-511.

Williams G.E. and Asher M.J.C. 1996. Selection of rhizobacteria for the control of Pythium ultimum and Aphanomyces cochlioides on sugar-beet seedlings. Crop Protection 15: 479-486.

Wohanka W. 2002. Nutrient solution disinfection. In Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals, pp 345-375. Savvas, D. and Passan, H. (Eds.). Embryo Publication, Athens, Greece.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 1 ข้อมูลแบคทีเรียเขตรากพืช ไอโซเลทที่แยกมาจากระบบ NFT

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Red corrol	(NFT)	แปลงคุณวิเชียร	จะเชิงเทรา

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง
ที่เก็บเดิม 4-5

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
ERC 001	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 002	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 003	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 004	endophytic bacteria	NA	PM 8	35.71	39.05	39.52	3.40	2.21	9.33
ERC 005	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 006	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 007	endophytic bacteria	NA	PM 8	36.67	36.67	36.67	3.13	2.16	9.67
ERC 008	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 009	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 010	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 011	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 012	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 013	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 014	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 015	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 016	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 017	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 018	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 019	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 020	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 021	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 022	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 023	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 024	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 025	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 026	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 027	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 028	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 029	endophytic bacteria	TSA	PM 8	35.71	35.24	35.71	3.15	1.63	9.67
ERC 030	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 031	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 032	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 033	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 034	endophytic bacteria	NA	PM 8	32.38	33.33	32.38	3.35	2.25	10.00
ERC 035	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 036	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 037	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 038	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 039	endophytic bacteria	TSA	PM 8	31.90	33.81	33.81	3.74	2.78	10.00
ERC 040	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 041	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 042	endophytic bacteria	TSA	PM 8	0.00					
ERC 043	endophytic bacteria	NA	PM 8	0.00					
ERC 044	endophytic bacteria	KB	PM 8	32.86	33.81	33.81	2.97	2.17	9.33
ERC 045	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 046	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 047	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 048	endophytic bacteria	NA	PM 8	34.76	34.29	34.76	2.95	1.45	7.00
ERC 049	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
ERC 050	endophytic bacteria	KB	PM 8	0.00					
RRC 001	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 002	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 003	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 004	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 005	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 006	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 007	rhizoplane bacteria	KB	PM 8	32.86	30.48	32.86	3.60	2.37	10.00
RRC 008	rhizoplane bacteria	KB	C	0.00					
RRC 009	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 010	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 011	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 012	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 013	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 014	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 015	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 016	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	30.48	33.81	33.33	3.57	2.12	10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 1 (ต่อ)

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
RRC 017	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 018	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 019	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 020	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 021	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 022	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 023	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 024	rhizoplane bacteria	KB	PM 8	0.00					
RRC 025	rhizoplane bacteria	KB	PM 8	0.00					
RRC 026	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 027	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 028	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 029	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 030	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 031	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 032	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 033	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 034	rhizoplane bacteria	NA	C	31.90	32.38	30.48	3.186667	1.92	10
RRC 035	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 036	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 037	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 038	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 039	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 040	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 041	rhizoplane bacteria	TSA	C	0.00					
RRC 042	rhizoplane bacteria	TSA	C	0.00					
RRC 043	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 044	rhizoplane bacteria	TSA	PM 8	0.00					
RRC 045	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 046	rhizoplane bacteria	KB	PM 8	0.00					
RRC 047	rhizoplane bacteria	KB	PM 8	0.00					
RRC 048	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 049	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 050	rhizoplane bacteria	NA	PM 8	0.00					
RRC 051	rhizoplane bacteria	NA	PM 9	35.71	32.38	30.48	3.28	1.94	10.00
RRC 052	rhizoplane bacteria	NA	PM 9	0.00					
RRC 053	rhizoplane bacteria	NA	PM 9	0.00					
RRC 054	rhizoplane bacteria	TSA	PM 9	0.00					
CRC 001	root colonizing bacteria	TSA	C	0.00					
CRC 002	root colonizing bacteria	TSA	C	0.00					
CRC 003	root colonizing bacteria	TSA	C	0.00					
CRC 004	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 005	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 006	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 007	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 008	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 009	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 010	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 011	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 012	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 013	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					
CRC 014	root colonizing bacteria	NA	C	0.00					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

[redacted] พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 ข้อมูลแบคทีเรียเขตรากพืช ไอโซเลทที่แยกมาจากระบบ DRFT

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Cos	(DRFT)	แปลงคุณฟ้า	สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
ECO 001	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	31.98	32.86	30.48	3.00	2.05	9.33
ECO 002	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	27.92	27.62	26.67	3.71	2.37	9.33
ECO 003	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	28.93	27.62	29.05	3.43	2.40	8.33
ECO 004	endophytic bacteria	TSA	PM 12	31.98	30.95	31.43	2.92	2.13	9.67
ECO 005	endophytic bacteria	TSA	PM 12	30.46	29.52	30.48	2.82	2.09	10.00
ECO 006	endophytic bacteria	TSA	PM 12	29.44	30.00	29.05	2.79	1.78	9.67
ECO 007	endophytic bacteria	TSA	PM 12	1.52					
ECO 008	endophytic bacteria	TSA	PM 12	29.95	30.95	30.95	3.58	2.27	10.00
RCO 001	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	33.50	30.00	27.14	2.58	0.77	7.67
RCO 002	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	6.60					
RCO 003	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	29.44	28.57	29.52	2.63	1.00	10.00
RCO 004	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	29.44	28.57	27.62	3.03	1.53	8.00
RCO 005	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	7.11					
RCO 006	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	8.12					
RCO 007	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	31.47	27.62	28.10	2.46	1.59	8.67
RCO 008	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	3.55					
CCO 001	root colonizing bacteria	TSA	C	1.52					
CCO 002	root colonizing bacteria	TSA	C	2.03					
CCO 003	root colonizing bacteria	TSA	C	1.02					
CCO 004	root colonizing bacteria	TSA	C	1.02					
CCO 005	root colonizing bacteria	PTYGA	C	1.02					
CCO 006	root colonizing bacteria	PTYGA	C	1.52					
CCO 007	root colonizing bacteria	PTYGA	C	2.03					
CCO 008	root colonizing bacteria	PTYGA	C	2.54					
CCO 009	root colonizing bacteria	PTYGA	C	3.05					
CCO 010	root colonizing bacteria	TSA	C	2.03					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Red oke	(DRFT)	แปลงคุณฟ้า	สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
CRO 001	root colonizing bacteria	KB	C	12.69					
CRO 002	root colonizing bacteria	KB	C	1.02					
CRO 003	root colonizing bacteria	PTYGA	C	2.03					
CRO 004	root colonizing bacteria	PTYGA	C	10.66					
CRO 005	root colonizing bacteria	PTYGA	C	7.61					
ERO 001	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	20.30	21.90	23.33	3.49	2.91	9.67
ERO 002	endophytic bacteria	TSA	PM 12	95.43	74.29	70.48	3.44	2.10	8.67
ERO 003	endophytic bacteria	TSA	C	3.55					
ERO 004	endophytic bacteria	TSA	C	10.15					
ERO 005	endophytic bacteria	TSA	C	4.06					
ERO 006	endophytic bacteria	TSA	C	7.11					
ERO 007	endophytic bacteria	KB	C	5.58					
ERO 008	endophytic bacteria	KB	C	8.63					
ERO 009	endophytic bacteria	KB	C	6.60					
ERO 010	endophytic bacteria	PTYGA	C	2.03					
ERO 011	endophytic bacteria	PTYGA	C	4.57					
ERO 012	endophytic bacteria	TSA	C	3.05					
ERO 013	endophytic bacteria	TSA	C	2.03					
RRO 001	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 12	3.05					
RRO 002	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 12	2.03					
RRO 003	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 12	2.03					
RRO 004	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	3.05					
RRO 005	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 12	4.57					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

พืช Finley	ระบบ (DRFT)	สถานที่เก็บ แปลงคุณฟ้า	จังหวัด สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
CFI 001	root colonizing bacteria	PTYGA	C	2.03					
CFI 002	root colonizing bacteria	PTYGA	C	7.11					
CFI 003	root colonizing bacteria	PTYGA	C	5.58					
CFI 004	root colonizing bacteria	PTYGA	C	6.60					
CFI 005	root colonizing bacteria	TSA	C	14.72					
CFI 006	root colonizing bacteria	TSA	C	4.57					
CFI 007	root colonizing bacteria	TSA	C	7.61					
CFI 008	root colonizing bacteria	TSA	C	6.09					
CFI 009	root colonizing bacteria	TSA	C	3.05					
CFI 010	root colonizing bacteria	PTYGA	C	20.30	21.43	20.95	3.28	1.33	7.00
EFI 001	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	28.43	29.05	28.10	3.22	1.57	9.00
EFI 002	endophytic bacteria	PTYGA	PM 12	29.44	27.14	27.14	2.95	1.59	8.67
EFI 003	endophytic bacteria	KB	C	6.09					
EFI 004	endophytic bacteria	KB	C	7.61					
EFI 005	endophytic bacteria	KB	C	3.55					
EFI 006	endophytic bacteria	KB	C	3.55					
EFI 007	endophytic bacteria	KB	C	3.05					
EFI 008	endophytic bacteria	KB	C	2.54					
EFI 009	endophytic bacteria	PTYGA	C	2.54					
EFI 010	endophytic bacteria	PTYGA	C	7.11					
EFI 011	endophytic bacteria	PTYGA	C	11.17					
EFI 012	endophytic bacteria	PTYGA	C	4.06					
EFI 013	endophytic bacteria	PTYGA	C	6.60					
EFI 014	endophytic bacteria	TSA	C	3.55					
EFI 015	endophytic bacteria	TSA	C	5.58					
EFI 016	endophytic bacteria	TSA	C	2.54					
EFI 017	endophytic bacteria	TSA	C	4.06					
EFI 018	endophytic bacteria	TSA	C	6.09					
EFI 019	endophytic bacteria	TSA	C	4.57					
EFI 020	endophytic bacteria	PTYGA	C	2.03					
RFI 001	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 12	29.44	26.67	26.19	3.13	1.77	8.00
RFI 002	rhizoplane bacteria	TSA	PM 12	5.08					
RFI 003	rhizoplane bacteria	TSA	C	4.57					
RFI 004	rhizoplane bacteria	TSA	C	1.52					
RFI 005	rhizoplane bacteria	TSA	C	5.58					
RFI 006	rhizoplane bacteria	PTYGA	C	4.57					
RFI 007	rhizoplane bacteria	PTYGA	C	6.09					
RFI 008	rhizoplane bacteria	KB	C	1.52					
RFI 009	rhizoplane bacteria	KB	C	10.15					
RFI 010	rhizoplane bacteria	KB	C	8.63					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Solution ปลูก Red oke	(DRFT)	แปลงคุณฟ้า	สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
SSRO 001	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	31.47	30.48	30.95	3.15	2.11	9.33
SSRO 002	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	28.43	29.05	29.52	3.63	0.99	6.00
SSRO 003	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	2.03					
SSRO 004	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	2.03					
SSRO 005	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	3.55					
SSRO 006	extorhizosphere bacteria	TSA	C	1.02					
SSRO 007	extorhizosphere bacteria	TSA	C	7.61					
SSRO 008	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	3.55					
SSRO 009	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	2.03					
SSRO 010	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	2.03					
SSRO 011	extorhizosphere bacteria	KB	C	8.12					
SSRO 012	extorhizosphere bacteria	KB	C	6.09					
SSRO 013	extorhizosphere bacteria	KB	C	7.61					
SSRO 014	extorhizosphere bacteria	TSA	C	10.15					
SSRO 015	extorhizosphere bacteria	TSA	C	10.15					
SSRO 016	extorhizosphere bacteria	TSA	C	11.17					
SSRO 017	extorhizosphere bacteria	TSA	C	3.05					
SSRO 018	extorhizosphere bacteria	TSA	C	4.06					
SSRO 019	extorhizosphere bacteria	TSA	C	6.09					
SSRO 020	extorhizosphere bacteria	TSA	C	8.63					
SSRO 021	extorhizosphere bacteria	KB	C	1.02					
SSRO 022	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	8.63					
SSRO 023	extorhizosphere bacteria	PTYGA	C	9.64					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Solution ปลูก Finley + Red oke	(DRFT)	แปลงคุณฟ้า	สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
SSFICO 001	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	32.49	30.48	29.52	2.81	0.86	8.33
SSFICO 002	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	29.95	27.14	28.57	2.75	1.28	8.33
SSFICO 003	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	30.46	30.48	29.52	3.62	2.11	8.67
SSFICO 004	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	2.03					
SSFICO 005	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	29.44	28.57	30.00	3.47	1.88	6.67
SSFICO 006	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	24.87	23.81	24.29	2.98	1.11	8.33
SSFICO 007	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	1.52					
SSFICO 008	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	30.96	28.10	29.52	2.23	0.83	8.00

พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

พืช Solution ปลูก Finley	ระบบ (DRFT)	สถานที่เก็บ แปลงคุณฟ้า	จังหวัด สมุทรปราการ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
SSFI 001	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	38.58	36.67	36.19	2.24	0.75	8.67
SSFI 002	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	1.02					
SSFI 003	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	31.98	28.57	29.52	3.05	1.44	8.67
SSFI 004	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	7.11					
SSFI 005	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	12.18					
SSFI 006	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	10.66					
SSFI 007	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 12	30.46	28.10	30.95	3.10	1.88	8.67
SSFI 008	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	31.47	29.05	30.48	2.82	1.08	8.00
SSFI 009	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 12	29.95	27.62	28.57	2.40	1.44	7.67

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3 ข้อมูลแบคทีเรียเขตรากพืช ไอโซเลทที่แยกมาจากระบบ DRFT

พืช	ระบบ	สถานที่เก็บ	จังหวัด
Tomato	Substate	โครงการหลวง หนองหอย	เชียงใหม่

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
ETO 015	endophytic bacteria	KB	PM 6	38.10					
ETO 016	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 017	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 018	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 019	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 020	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 021	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 022	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 023	endophytic bacteria	KB	PM 6	61.43	60.00	60.48	4.51	2.55	9.00
ETO 024	endophytic bacteria	KB	PM 6	67.14	64.76	64.76	4.05	2.96	8.33
ETO 025	endophytic bacteria	KB	PM 6	0.00					
SSTO 026	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	0.00					
SSTO 027	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	33.33	31.90	32.38	4.38	2.24	7.33
SSTO 028	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	0.00					
SSTO 029	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	0.00					
ETO 030	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 031	endophytic bacteria	TSA	PM 6	69.05	69.05	69.05	4.96	3.25	8.67
ETO 032	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 033	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 034	endophytic bacteria	TSA	PM 6	40.48					
ETO 035	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 036	endophytic bacteria	TSA	PM 6	44.29	44.76	43.81	4.85	3.41	7.67
ETO 037	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 038	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 039	endophytic bacteria	TSA	PM 6	61.90	60.95	61.43	5.21	3.63	8.67
ETO 040	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 041	endophytic bacteria	TSA	PM 6	0.00					
ETO 042	endophytic bacteria	TSA	PM 6	50.48	49.52	50.48	4.69	3.83	9.33
ETO 043	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 044	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 045	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 046	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	70.48	72.38	72.86	4.53	3.00	9.00
ETO 047	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	61.43	65.71	61.90	4.24	2.60	7.33
ETO 048	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 049	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 050	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 051	endophytic bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
ETO 052	endophytic bacteria	PTYGA	ขาด	0.00					
SSTO 053	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	62.38	63.81	62.38	3.98	2.95	9.00
SSTO 054	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 055	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	47.14	45.71	48.10	3.15	1.76	9.00
SSTO 056	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 057	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	48.10	48.57	48.57	3.20	2.61	9.67
SSTO 058	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 059	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	46.19					
SSTO 060	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 061	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 062	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	62.86	60.95	60.48	2.70	1.82	10.00
SSTO 063	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	27.62	28.57	30.95	3.39	2.67	8.67
SSTO 064	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 065	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	44.76	42.38	42.86	3.95	2.94	9.00
SSTO 066	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	55.71	52.86	52.86	3.62	2.11	8.67
SSTO 067	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 068	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	43.81	43.81	44.29	3.09	1.75	8.67
SSTO 069	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 070	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 071	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
SSTO 072	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 073	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	43.33	44.29	44.76	3.07	2.05	9.67
SSTO 074	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	0.00					
RTO 075	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	41.43	40.48	41.43	3.00	2.35	9.33
RTO 076	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 077	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 078	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 079	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	49.52	48.10	49.52	3.57	2.21	10.00
RTO 080	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 081	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	44.29	43.33	45.71	3.08	1.85	8.33
RTO 082	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	8.10					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3 (ต่อ)

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
RTO 082	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	8.10					
RTO 083	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	38.10					
RTO 084	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	31.43					
RTO 085	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	34.29					
RTO 086	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	24.29					
RTO 087	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	26.67					
RTO 088	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	35.71					
RTO 089	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	35.24					
RTO 090	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	35.71					
RTO 091	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	0.00					
RTO 092	rhizoplane bacteria	TSA	PM 6	0.00					
RTO 093	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 094	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 095	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 096	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 097	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
RTO 098	rhizoplane bacteria	PTYGA	PM 6	27.62					
RTO 099	rhizoplane bacteria	PTYGA	C	0.00					
RTO 100	rhizoplane bacteria	KB	PM 6	44.76					
RTO 101	rhizoplane bacteria	KB	PM 7	0.00					
CTO 102	root colonizing bacteria	KB	PM 7	0.00					
CTO 103	root colonizing bacteria	KB	PM 7	0.00					
CTO 104	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 105	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 106	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 107	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 108	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 109	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 110	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 111	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 112	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	24.29					
CTO 113	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	26.67					
CTO 114	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	0.00					
CTO 115	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	0.00					
CTO 116	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	0.00					
CTO 117	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	0.00					
CTO 118	root colonizing bacteria	TSA	PM 7	0.00					
CTO 119	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 120	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 121	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 122	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 123	root colonizing bacteria	PTYGA	C	0.00					
CTO 124	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 125	root colonizing bacteria	PTYGA	PM 7	0.00					
CTO 126	root colonizing bacteria	KB	PM 7	0.00					

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

[redacted] พืชผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3 (ต่อ)

พืช Tomato	ระบบ Substate	สถานที่เก็บ สจล.	จังหวัด กรุงเทพฯ

วันที่เก็บตัวอย่าง 2550
วันที่แยกตัวอย่าง

isolate name	Habitat	Culture Media Isolated	collection No.	% inhibition			Average		
				PA 1	PA 2	PM 2	shoot	root	seed
SSTO 001	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	63.33	66.19	62.86	4.12	2.92	8.00
SSTO 002	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	56.19	58.57	57.62	4.10	1.99	7.67
SSTO 003	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	48.57	49.05	49.05	4.70	2.83	9.33
SSTO 004	extorhizosphere bacteria	TSA	PM 6	57.14	56.19	56.67	4.28	2.31	6.00
ETO 005	endophytic bacteria	TSA	PM 6	59.05	60.00	58.10	4.10	2.72	9.00
SSTO 006	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	0.00					
SSTO 007	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	54.29	50.00	49.05	3.13	1.71	5.33
SSTO 008	extorhizosphere bacteria	PTYGA	PM 6	19.52					
SSTO 009	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	0.00					
SSTO 010	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	42.38	40.00	41.90	4.70	3.63	9.00
SSTO 011	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	0.00					
SSTO 012	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	52.38	52.38	54.76	4.30	2.68	8.33
SSTO 013	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	50.48	50.00	50.00	4.72	2.82	7.00
SSTO 014	extorhizosphere bacteria	KB	PM 6	56.19	57.14	56.67	4.90	3.27	9.00

KB (King's medium B agar)
NA (Nutrient Agar)
PTYGA (Peptone tryptone yeast extract glucose agar)
TSA (Trypticase soy agar)

พืชผิดปกติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

81754

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้