

บทที่ 3

ผลการทดลอง

1. เชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวของมะเขือเทศที่เกิดจากแบคทีเรีย

1.1 สํารวจและรวบรวมเก็บตัวอย่างพืชที่แสดงอาการเหี่ยวจากแหล่งต่าง ๆ จำนวน 135 ตัวอย่าง จาก 38 แปลงปลูก ตรวจพบ bacterial ooze จำนวน 62 ตัวอย่าง แต่ละแปลงปลูกมีการระบาดของโรคแตกต่างกัน อาการของโรคที่สังเกตได้ในตอนแรกคือ อาการเหี่ยวที่ยอด บางต้นแสดงอาการเหี่ยวทั้งใบบนและใบล่าง (ภาพที่ 1 ก และ ข) บางต้นมีอาการใบเหลืองหม่น ไม่เหี่ยว และมีรากพิเศษ (adventitious root) เมื่อนําสวนโคนต้นที่เป็นโรค มาตัดดูตามขวาง พบวงแหวนสีน้ำตาล บริเวณท่อน้ำท่ออาหาร และเมื่อนําสวนที่ตัดไปจุ่มน้ำ จะพบกลุ่มของแบคทีเรียไหลลงมา เป็นสายยาว สีขาวขุ่น (bacterial ooze) ภายใน 5 นาที ดังแสดงในภาพที่ 1 (ค)

1.2 ทำการแยกเชื้อด้วยวิธี streaking plate บนอาหาร NA เลือกเก็บโคโลนีเดียว ๆ ที่มีลักษณะกลม นูน สีขาว ได้เชื้อบริสุทธิ์จำนวน 198 ไอโซเลท (isolate) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แหล่งปลูก พืชอาศัยและสายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว

ลำดับที่	พืชอาศัย	สายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย	แหล่งปลูก
1	ขิง	1025-1,2,3,5	อ.ปะทิว จ.ชุมพร
		1081-1,2,4,5,8	อ.ฮอด จ.เชียงใหม่
		1138-1,2,4,6	อ.เมือง จ.เชียงราย
2	งา	1180-1,2,3,5,6	อ.พิบูลย์มังสาหาร จ.อุบลราชธานี
3	ดาวกระจาย	1065-2,3,4,5,7	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
4	ถั่วลิสง	1085-1,2,4,6	อ.เมือง จ.พัทลุง
		1086-1,2,4,5,7	อ.เมือง จ.พัทลุง
		1168-1,2,5,7,8	อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช
5	ปทุมมา	1118-1,3,4,6,7	อ.เมือง จ.เชียงราย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

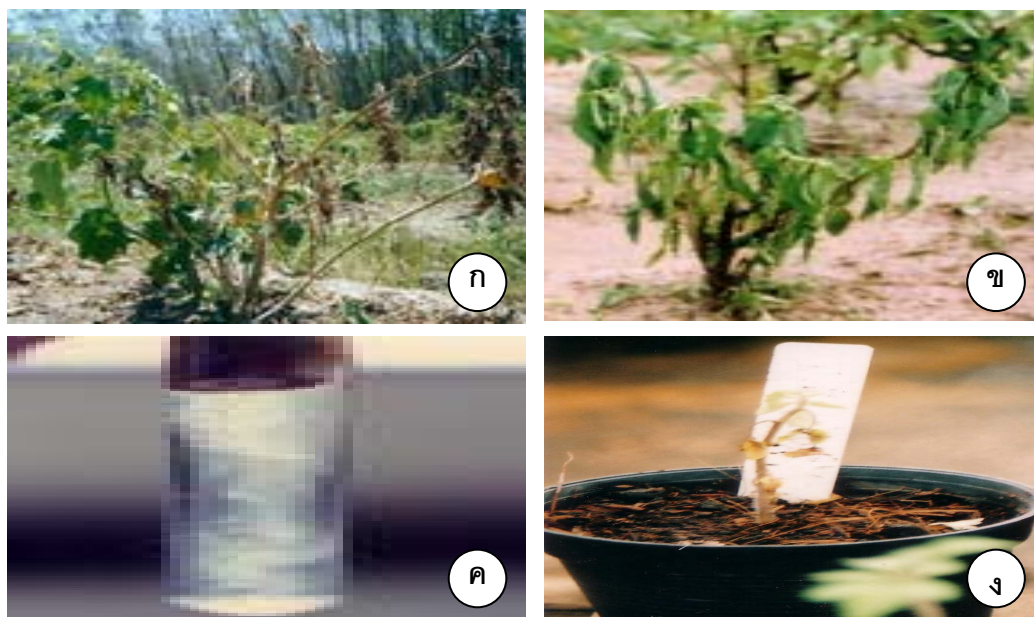
ลำดับที่	พืชอาศัย	สายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย	แหล่งปลูก
6	พริกขี้หนูสวน	1006-1,3,4,5,6	อ.สะเดา จ.สงขลา
		1007-1,3,5,8,9,10	อ.สะเดา จ.สงขลา
		1040-1,3,4,5	อ.ควนเนียง จ.สงขลา
		1163-1,3,4,7	อ.ควนเนียง จ.สงขลา
		1176-1,2,3,5,8	อ.งหวา จ.สงขลา
		1179-1,2,4,5	อ.เมือง จ.อุบลราชธานี
7	พริกขี้ฟ้า	1170-2,3,4,5,6	อ.กลาง จ.ภูเก็ต
		1185-2,4,6,7	อ.ควนเนียง จ.สงขลา
8	พริกยักษ์	1024-1,2,3,5	อ.พัฒนานิคม จ.สกลนคร
9	มะเขือเทศ	1003-1,2,5,6,7	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่
		1027-1,2,5,6,8	อ.เมือง จ.เชียงใหม่
		1028-1,2,5,6	อ.เมือง จ.เชียงใหม่
		1068-1,2,5,7	อ.ฮอด จ.เชียงใหม่
		1072-1,2,3,6	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
		1073-2,4,5,8	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
		1134-1,3,5,7	อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
		1187-2,3,4,8,9	อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา
10	มะเขือเปราะ	1032-2,3,5,7	อ.สะเดา จ.สงขลา
		1083-1,3,5,6	อ.สะเดา จ.สงขลา
		1095-1,2,3,4,5	อ.รัตภูมิ จ.สงขลา
		1167-1,2,3,5	อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช
		1175-1,2,3,4,5	อ.นาโยง จ.ตรัง
		1183-1,3,4,6	อ.ควนเนียง จ.สงขลา
11	มะเขือยาว	1001-1,2,3,5	อ.สันทราย จ.เชียงใหม่
		1021-4,5,6,8	อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี
		1031-1,3,4,5,6	อ.สะเดา จ.สงขลา

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	พืชอาศัย	สายพันธุ์ของเชื้อแบคทีเรีย	แหล่งปลูก
11	มะเขือยาว	1106-1,2,4,5,7	อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก
		1166-1,2,4,5	อ.คอนเียง จ.สงขลา
		1184-2,3,5,6	อ.คอนเียง จ.สงขลา
12	แมงลัก	1164-2,3,4,5,6	อ.คอนเียง จ.สงขลา
13	มันเทศ	1174-2,4,5,6	อ.ถลาง จ.ภูเก็ต
14	มันฝรั่ง	1060-1,2,3,5,6	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี
15	ยาสูบ	1064-1,2,3,4,5	อ.เมือง จ.กาญจนบุรี
16	หน้าวัว	1010-1,3,4,5	อ.เมือง จ.ภูเก็ต
17	โหระพา	1084-1,3,5,7	อ.เมือง จ.สงขลา

1.3 การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

จากการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อจำนวน 198 สายพันธุ์ โดยวิธีการตัดใบ (leaf cutting) พบว่า เชื้อทุกไอโซเลท สามารถทำให้เกิดโรคเหี่ยวในต้นมะเขือเทศได้หลังจากปลูกเชื้อ 3-15 วันโดยเชื้อที่ก่อโรครุนแรงที่สุดคือ สายพันธุ์ 1170-2 ดังแสดงในภาพที่ 1(ง)



ภาพที่ 1 อาการโรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรีย ที่พบในธรรมชาติและปลูกเชื้อ

(ก) มะเขือเปราะ

(ข) โหระพา

(ค) การตรวจ bacterial ooze ในแปลง

(ง) อาการของมะเขือเทศหลังจากปลูกเชื้อสายพันธุ์ 1170-2 เป็นเวลา 5 วัน

2. จำแนกชนิดของเชื้อในระดับสกุลและชนิด

2.1 การจำแนกชนิดของเชื้อในระดับสกุล

จากการจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมี โดยทำการทดสอบในระดับสกุล ลักษณะที่สำคัญบางประการของเชื้อแบคทีเรีย ตลอดจนลักษณะอื่น ๆ ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้ จำนวน 198 สายพันธุ์ ตามวิธีการของ Schaad และคณะ (2001) สรุปได้ว่าเชื้อแบคทีเรียทุกไอโซเลท คือ *Ralstonia* ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและชีวเคมีของแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวในระดับสกุล

ลักษณะ	เชื้อที่ทดสอบ	
	198	ไอโซเลท
Gram positive	-	-
Grows anaerobically	-	-
Grows aerobically	+	+
Colonies mucoid on YDC at 30 ⁰ C	+	+
Diffusible non-fluorescent pigment on KB	-	-
Fluorescent pigment on KB	-	-
Urease production	+	+
Oxidase production	+	+
Grows at 40 ⁰ C	-	-
More than 4 peritrichous flagella	-	-
Growth on D1M agar	-	-
Spores formed	-	-
Aerial mycelium	-	-

หมายเหตุ ^a ข้อมูลจาก Schaad และคณะ (2001)

+ ผลการทดลองเป็น positive

- ผลการทดลองเป็น negative

2.2 การจำแนกชนิดของเชื้อในระดับชนิด

จากการจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว โดยศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และชีวเคมี ของแบคทีเรียสาเหตุโรค โดยการทดสอบในระดับชนิด ลักษณะที่สำคัญบางประการของเชื้อแบคทีเรีย ตลอดจนลักษณะอื่น ๆ ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จำนวน 198 ไอโซเลท ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 สรุปได้ว่าเชื้อ แบคทีเรียทุกไอโซเลท คือ *R. solanacearum*

ตารางที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยาและชีวเคมีของแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว ในระดับชนิด

ลักษณะ	เชื้อที่ทดสอบ	
	198 ไอโซเลท	<i>R. solanacearum</i> ^a
Flagella (ภาพที่ 2)	Polar, 1 to 4	Polar, 1 to 4
Accumulates poly- β -hydroxybutyrate	+	+
Fluorescent pigments produced by most strains	-	-
Carbon sources utilized for growth:		
Arginine	-	-
Betaine	-	-
Citraconate	-	-
L-arabinose	-	-
Sucrose	+	+
n-Propanol	-	-

หมายเหตุ ^a ข้อมูลจาก Schaad และคณะ (2001)

+ ผลการทดลองเป็น positive

- ผลการทดลองเป็น negative



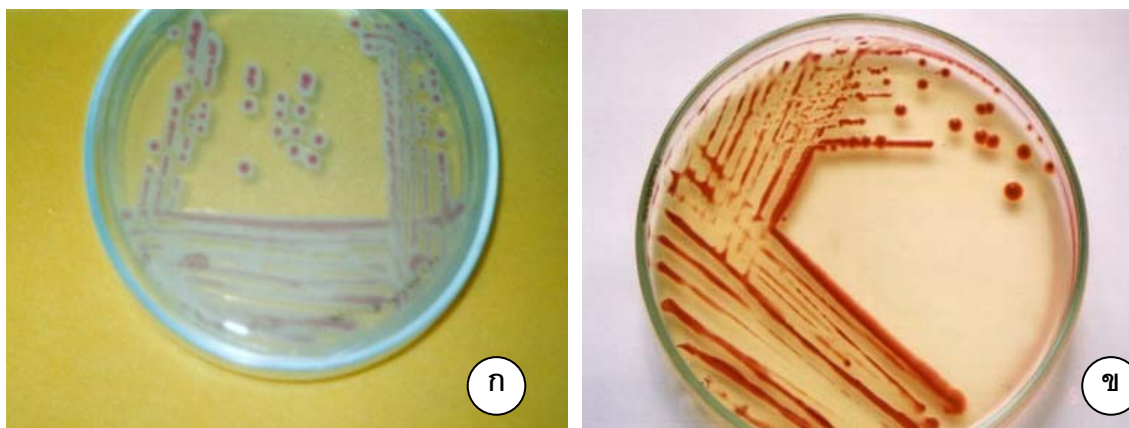
ภาพที่ 2 ลักษณะเซลล์และแฟลกเจลลาของเชื้อ *R. solanacearum* สายพันธุ์ไม่รุนแรง 1007-1 กำลังขยาย 30,000X

3. การคัดเลือกเชื้อสายพันธุ์รุนแรง (virulent strain) และเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง (avirulent strain)

จากเชื้อ *R. solanacearum* จำนวน 198 ไอโซเลทที่ได้จำแนกสกุลและชนิดแล้ว นำมาคัดเลือกโดยการศึกษาลักษณะโคโลนี บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TZC และการทดสอบความรุนแรงในการก่อให้เกิดโรค

3.1 การคัดเลือกโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TZC medium

จากการเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TZC บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน ศึกษาสีและลักษณะโคโลนีตามที่รายงานไว้โดย Kelman (1954) พบว่า *R. solanacearum* จำนวน 133 ไอโซเลท มีโคโลนีสีขาว กลมมูน ตรงกลางสีชมพูอ่อน มีสารเมือกกรอบ ๆ โคโลนี จัดเป็นเชื้อสายพันธุ์รุนแรง (virulent strain) และเชื้อจำนวน 65 ไอโซเลท มีโคโลนีสีแดงเข้ม ไม่มีสารเมือกกรอบ ๆ โคโลนี จัดเป็นเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง (avirulent strain) ดังแสดงในภาพที่ 3

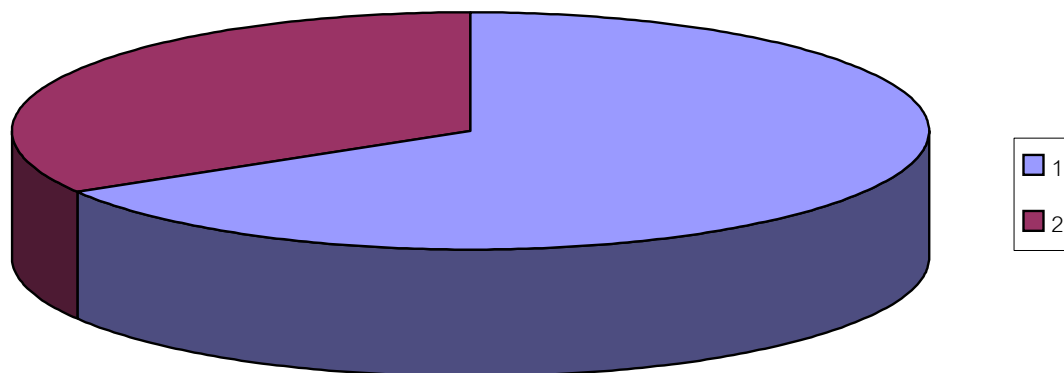


ภาพที่ 3 ลักษณะและสีโคโลนีของเชื้อ *R. solanacearum* สายพันธุ์รุนแรง (1172-2) และไม่รุนแรง (1187-2) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TZC
 (ก) เชื้อสายพันธุ์ก่อโรครุนแรง 1172-2 โคโลนีสีขาวตรงกลางสีชมพูอ่อน
 (ข) เชื้อสายพันธุ์ก่อโรคไม่รุนแรง 1187-2 โคโลนีสีแดง

3.2 การคัดเลือกจากความรุนแรงในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อ

จากการทดสอบความรุนแรงในการก่อให้เกิดโรคของเชื้อจำนวน 198 ไอโซเลท พบว่าเชื้อจำนวน 133 ไอโซเลทมีร้อยละการเกิดโรคระหว่าง 60-100% จึงจัดเป็นเชื้อสายพันธุ์รุนแรงและเชื้อจำนวน 65 ไอโซเลท มีร้อยละการเกิดโรคระหว่าง 27.78-38.89% จึงจัดเป็นเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง ดังแสดงในภาพที่ 4

เมื่อนำข้อมูลการศึกษาลักษณะโคโลนี และความรุนแรงในการก่อให้เกิดโรค พบว่าสอดคล้องกัน โดยเชื้อที่มีโคโลนีสีขาวตรงกลางสีชมพูอ่อน ก่อให้เกิดโรครุนแรง โดยมีหนึ่งไอโซเลทที่มีขอบขาวค่อนข้างแดงคือ 1095-2 (มะเขือเปราะ) แต่เมื่อทดสอบการเกิดโรคพบว่า มีดัชนีการเกิดโรค เท่ากับ 75.56% จึงจัดอยู่ในสายพันธุ์รุนแรง ส่วนเชื้อที่มีโคโลนีสีแดง ไม่มีเมือก ก่อโรคไม่รุนแรง จัดอยู่ในสายพันธุ์ไม่รุนแรง และจากเชื้อบริสุทธิ์จำนวน 198 ไอโซเลท พบว่าเป็นสายพันธุ์ที่รุนแรงจำนวน 133 ไอโซเลท คิดเป็น 67.17% และสายพันธุ์ไม่รุนแรงจำนวน 65 ไอโซเลท คิดเป็น 32.83% ดังแสดงในภาพที่ 5



- 1 จากเชื้อจำนวน 198 ไอโซเลท เกิดโรครุนแรง เชื้อมีโคโลนีสีขาว ตรงกลางสีชมพู มีเมือก จำนวน 133 ไอโซเลท หรือร้อยละ 67.17
- 2 จากเชื้อจำนวน 198 ไอโซเลท เกิดโรคไม่รุนแรง เชื้อมีโคโลนีสีแดง ไม่มีเมือก จำนวน 65 ไอโซเลท หรือร้อยละ 32.83

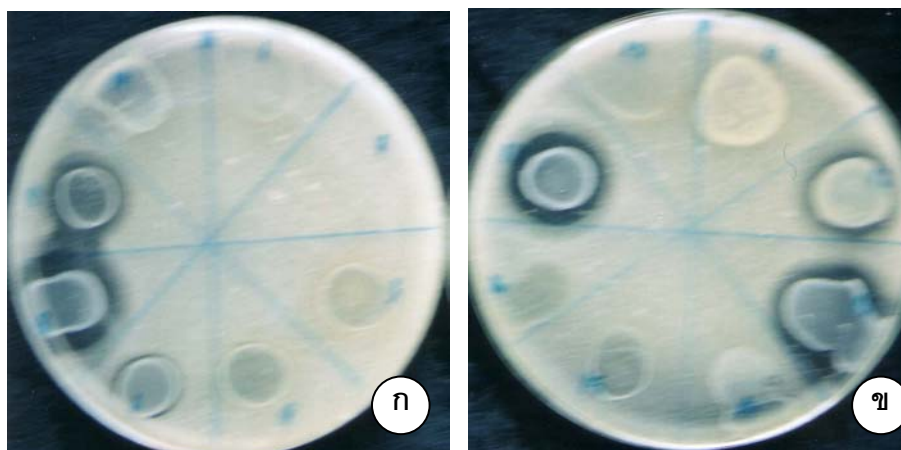
ภาพที่ 5 ร้อยละของเชื้อ *R. solanacearum* สายพันธุ์รุนแรงและไม่รุนแรง จากการศึกษาลักษณะและสีของโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TZC และการปลูกเชื้อบนต้นมะเขือเทศ

4. ศึกษาปฏิกิริยาการยับยั้งของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรงต่อสายพันธุ์รุนแรง

จากการศึกษาปฏิกิริยาการยับยั้งของ *R. solanacearum* พบว่าเชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 65 ไอโซเลท สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสายพันธุ์รุนแรงได้ตั้งแต่ 1 ถึง 9 ไอโซเลท (ตารางที่ 4) ตัวอย่างเช่น เชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 1060-3 (มันฝรั่ง) สามารถยับยั้งเชื้อสายพันธุ์รุนแรงได้ 1 ไอโซเลท คือ 1168-5 (ถั่วลิสง) หรือสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 1065-5 (ดาวกระจาย) ยับยั้งสายพันธุ์รุนแรง 1010-4 (หนักร้ว) ได้ 1 ไอโซเลทเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยวงใส 1.17 และ 1.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ส่วนเชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 1027-5 ซึ่งแยกได้จากมะเขือเทศ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสายพันธุ์รุนแรงจำนวน 9 ไอโซเลท ได้แก่ 1001-1(มะเขือยาว) 1001-5 (มะเขือยาว) 1003-2 (มะเขือเทศ) 1072-3 (มะเขือเทศ) 1083-5(มะเขือเปราะ) 1086-2 (ถั่วลิสง) 1134-1(มะเขือเทศ) 1164-3 (แมงลัก) 1170-2 (พริกชี้ฟ้า) โดยมีค่าเฉลี่ยวงใส 2.45, 2.50, 2.05, 2.75, 2.50, 2.10, 2.15, 2.30 และ 2.43 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยวงใสรวม 2.36 มิลลิเมตร

เชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรงที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสายพันธุ์รุนแรงได้ดีที่สุดมีค่าเฉลี่ยวงใสสูงกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ คือ 1031-4 ซึ่งแยกได้จากมะเขือยาว สามารถยับยั้งเชื้อสายพันธุ์รุนแรงได้ 8 ไอโซเลท ได้แก่ 1003-5(มะเขือเทศ) 1021-4 (มะเขือยาว) 1032-2 (มะเขือเปราะ) 1073-2 (มะเขือเทศ) 1134-5 (มะเขือเทศ) 1167-2 (มะเขือเปราะ) 1170-2 (พริกชี้ฟ้า) และ 1184-6 (มะเขือยาว) โดยมีค่าเฉลี่ยวงใส 2.83, 3.34, 3.10, 2.83, 2.43, 2.35, 2.75 และ 3.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยวงใส 2.89 มิลลิเมตร ในขณะที่เชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 1060-5 และ 1180-2 ซึ่งแยกเชื้อได้จากมันฝรั่งและพริกชี้หนุสวน ยับยั้งได้ต่ำสุดมีค่าเฉลี่ยวงใส เท่ากันคือ 1.12 มิลลิเมตร จึงได้เลือกใช้เชื้อสายพันธุ์ที่ไม่รุนแรง 1031-4 ทำการทดสอบการยับยั้งสายพันธุ์รุนแรง ทั้ง 8 ไอโซเลท ในเรือนกระจก



ภาพที่ 6 ลักษณะวงใสที่เกิดจากการยับยั้งของเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรงต่อเชื้อสายพันธุ์รุนแรง

(ก) 1003-2 X 1027-5 (มะเขือเทศ X มะเขือเทศ)

(ข) 1095-1 X 1187-4 (มะเขือเปราะ X มะเขือเทศ)

ตารางที่ 4 จำนวน *R. solanacearum* สายพันธุ์ไม่รุนแรงที่ยับยั้งสายพันธุ์ที่รุนแรงและค่าเฉลี่ยวงใส

เชื้อสายพันธุ์ ไม่รุนแรง	จำนวนเชื้อ	สายพันธุ์รุนแรงที่ถูกยับยั้ง	ค่าเฉลี่ยวงใสของ ทุกไอโซเลท
		สายพันธุ์เชื้อ (ค่าเฉลี่ยวงใส ^{1/})	
1007-1	4	1163-1(2.33), 1179-2(1.50), 1184-3(1.20), 1185-2(1.82)	1.71
1007-3	5	1006-1(1.40), 1006-4(1.72), 1163-3(2.33), 1179-2(1.50), 1179-4(1.50)	1.69
1007-5	4	1006-4(1.86), 1163-3(1.93), 1184-2(1.43), 1184-3(1.50)	1.68
1007-8	3	1179-4(1.88), 1179-5(2.33), 1184-2(1.20)	1.80
1007-9	4	1006-1(1.86), 1006-3(1.72), 1179-2(1.86), 1185-4(1.50)	1.74
1007-10	4	1179-2(1.92), 1184-3(1.40), 1184-5(1.50), 1185-2(1.43)	1.56
1027-1	3	1001-5(1.50), 1072-2(1.93), 1072-3(1.88)	1.77
1027-2	5	1072-2(1.50), 1083-1(1.50), 1083-3(1.89), 1166-4(2.33), 1167-2(1.56)	1.76
1027-5	9	1001-1(2.45), 1001-5(2.50), 1003-2(2.05), 1072-3(2.75), 1083-5(2.50), 1086-2(2.10), 1134-1(2.15), 1164-3(2.30), 1170-2(2.43)	2.36
1027-6	3	1086-2(2.20), 1164-4(2.25), 1170-2(2.35)	2.27
1027-8	3	1003-5(2.30), 1118-7(2.25), 1170-2(2.35)	2.30
1028-1	6	1003-5(1.50), 1032-2(1.50), 1032-5(1.50), 1072-3(2.33), 1095-2(1.86), 1134-5(1.50)	1.70

^{1/} ความกว้างบริเวณใส วัดจากขอบโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง จนสุดขอบบริเวณใส

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อสายพันธุ์ ไม่รุนแรง	สายพันธุ์รุนแรงที่ถูกยับยั้ง		ค่าเฉลี่ยวงใสของทุก ไอโซเลท
	จำนวนเชื้อ	สายพันธุ์เชื้อ (ค่าเฉลี่ยวงใส ^{1/})	
1028-2	7	1006-5(2.33), 1032-3(2.50), 1073-4(2.47), 1095-4(2.25), 1170-2(2.21), 1175-2(2.53), 1175-5(2.35)	2.38
1028-5	4	1032-2(2.18), 1073-4(2.33), 1170-2(2.43), 1183-1(2.50)	2.36
1028-6	3	1006-5(2.33), 1168-7(2.15), 1170-2(2.35)	2.28
1031-1	6	1001-3(2.30), 1032-2(2.50), 1032-3(2.33), 1166-2(2.45), 1168-7(2.33), 1170-2(2.64)	2.43
1031-3	7	1021-8(2.30), 1025-1(2.04), 1073-2(2.30), 1073-5(2.25), 1084-1(2.33), 1086-4(2.33), 1170-2(2.35)	2.27
1031-4	8	1003-5(2.83), 1021-4(3.34), 1032-2(3.10), 1073-2(2.83), 1134-5(2.43), 1167-2(2.35), 1170-2(2.75), 1184-6(3.50)	2.89
1031-5	5	1001-3(2.33), 1021-4(2.33), 1095-2(2.25), 1168-7(2.15), 1170-2(2.35)	2.28
1031-6	5	1001-1(1.50), 1001-2(1.50), 1021-4(1.86), 1032-2(1.92), 1170-2(2.33)	1.82
1040-1	3	1006-1(1.50), 1163-3(1.86), 1179-2(1.56)	1.64
1040-3	3	1006-3(1.50), 1163-4(1.83), 1170-2(1.88)	1.74
1040-4	4	1006-1(1.50), 1006-4(1.93), 1163-1(1.86), 1179-2(1.50)	1.70
1040-5	3	1006-1(1.50), 1163-3(1.72), 1185-4(1.83)	1.68

^{1/} ความกว้างบริเวณใส วัดจากขอบโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง จนสุดขอบบริเวณใส

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อสายพันธุ์ ไม่รุนแรง	สายพันธุ์รุนแรงที่ถูกลบยั้ง		ค่าเฉลี่ยวงใสของ ทุกไอโซเลท
	จำนวนเชื้อ	สายพันธุ์เชื้อ (ค่าเฉลี่ยวงใส ^{1/})	
1040-6	3	1006-3(1.50), 1163-1(1.43), 1185-2(1.50)	1.48
1060-1	2	1174-2(1.43), 1174-4(1.30)	1.37
1060-2	2	1174-2(1.17), 1174-6(1.20)	1.19
1060-3	1	1168-5(1.17)	1.17
1060-5	1	1174-2(1.12)	1.12
1060-6	2	1174-4(1.50), 1186-2(0.82)	1.16
1064-1	3	1170-3(1.88), 1174-2(1.56), 1174-4(1.43)	1.62
1064-2	3	1084-3(2.50), 1170-2(2.35), 1174-4(2.30)	2.38
1064-3	4	1025-2(1.88), 1170-2(1.92), 1170-4(1.82), 1174-5(1.50)	1.78
1064-4	3	1170-4(1.50), 1174-2(1.43), 1174-5(1.50)	1.48
1064-5	3	1025-2(2.35), 1170-2(2.38), 1174-4(2.40)	2.38
1065-2	4	1010-1(2.35), 1118-3(2.30), 1118-6(2/42), 1170-2(2.26)	2.33
1065-3	3	1010-3(1.83), 1010-4(1.72), 1118-1(1.50)	1.68
1065-4	3	1010-1(1.91), 1095-2(1.88), 1118-3(1.50)	1.76
1065-5	1	1010-4(1.92)	1.92
1065-7	3	1118-3(1.83), 1118-4(1.89), 1134-5(1.20),	1.64
1081-1	3	1138-2(1.82), 1175-2(1.43), 1175-2(1.56)	1.60
1081-2	2	1138-1(1.82), 1138-4(1.86)	1.84
1081-4	3	1138-2(1.88), 1170-4(1.50), 1183-3(1.50)	1.63
1081-5	2	1025-2(1.92), 1138-4(1.50)	1.71

^{1/} ความกว้างบริเวณใส วัดจากขอบโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง จนสุดขอบบริเวณใส

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อสายพันธุ์ ไม่รุนแรง	สายพันธุ์รุนแรงที่ถูกลบยั้ง		ค่าเฉลี่ยวงใสของ ทุกไอโซเลท
	จำนวนเชื้อ	สายพันธุ์เชื้อ (ค่าเฉลี่ยวงใส ^{1/})	
1081-8	3	1138-1(2.23), 1170-2(2.35), 1175-1(2.33)	2.30
1106-1	3	1001-1(1.82), 1085-2(1.43), 1170- 2(1.50),	1.58
1106-2	3	1085-6(2.25), 1086-1(2.18), 1170-2(2.16)	2.20
1106-4	3	1001-2(1.93), 1003-1(1.50), 1170-2(1.50)	1.64
1106-5	4	1068-2(2.33), 1085-1(2.33), 1085- 6(2.25), 1170-2(2.35)	2.32
1106-7	4	1068-2(2.33), 1085-1(1.40), 1167- 2(1.50), 1175-2(1.93)	1.79
1176-1	3	1003-2(1.93), 1163-3(1.91), 1170-3(1.86)	1.90
1176-2	4	1003-5(2.33), 1084-1(2.30), 1163- 1(2.45), 1170-2(2.35)	2.36
1176-3	2	1084-1(2.33), 1084-5(1.91)	2.12
1176-5	3	1003-1(1.82), 1003-2(1.86), 1084-7(1.50)	1.73
1176-8	2	1163-4(1.56), 1170-4(1.72)	1.64
1180-1	2	1086-2(1.20), 1086-4(1.17)	1.19
1180-2	1	1086-2(1.12)	1.12
1180-3	1	1086-4(1.18)	1.18
1180-5	2	1086-1(1.17), 1164-3(1.56)	1.37
1180-6	3	1086-1(1.30), 1164-2(1.43), 1164-3(1.50)	1.41
1187-2	8	1001-1(2.25), 1003-2(2.30), 1024- 1(1.50), 1073-4(2.50), 1095-2(3.00), 1170-2(2.50), 1183-4(2.35), 1184-5(2.45)	2.36

^{1/} ความกว้างบริเวณใส วัดจากขอบโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง จนสุดขอบบริเวณใส

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เชื้อสายพันธุ์ ไม่รุนแรง	สายพันธุ์รุนแรงที่ถูกยับยั้ง		ค่าเฉลี่ยวงใสของ ทุกไอโซเลท
	จำนวนเชื้อ	สายพันธุ์เชื้อ (ค่าเฉลี่ยวงใส ^{1/})	
1187-3	9	1001-1(1.75), 1006-5(2.15), 1072-2(2.25), 1073-2(2.43), 1163-1(2.30), 1164-2(1.50), 1170-2(2.43), 1170-4(1.80), 1175-1(2.35)	2.11
1187-4	4	1024-1(2.18), 1073-2(2.15), 1095-1(2.00), 1170-2(1.83)	2.04
1187-8	5	1001-1(1.43), 1001-2(1.56), 1003-2(1.72), 1073-2(2.33), 1095-2(1.30)	1.67
1187-9	3	1003-5(1.50), 1006-3(1.56), 1072-2(1.88)	1.65

^{1/} ความกว้างบริเวณใส วัดจากขอบโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง จนสุดขอบบริเวณใส

5. การศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งของเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรงในเรือนกระจก

จากการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งของเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 1031-4 ซึ่งแยกจากมะเขือยาวต่อเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 8 ไอโซเลท ได้แก่ 1003-5 (มะเขือยาว) 1021-4(มะเขือยาว) 1032-2 (มะเขือเปราะ) 1073-2 (มะเขือเทศ) 1134-5 (มะเขือเทศ) 1167-2 (มะเขือเปราะ) 1170-2 (พริกชี้ฟ้า) และ 1184-6 (มะเขือยาว) ผลการทดลองพบว่าทุกคู่ให้ผลไปในทำนองเดียวกัน นั่นคือ กรรมวิธีการปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที แล้วตามด้วยสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที (T1) ปลูก เชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง และสายพันธุ์รุนแรงพร้อมกัน 30 นาที (T3) ปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง ใน วัสดุปลูก 3 วัน แล้วตามด้วยเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง (T4) แซ่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง ตามด้วยเชื้อสายพันธุ์รุนแรง (T5) และ ปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง อย่างเดียว (T7) ให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการปลูกเชื้อ สายพันธุ์รุนแรงก่อน 30 นาที แล้วตามด้วยสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที (T2) หรือกรรมวิธีการปลูก เชื้อสายพันธุ์รุนแรงเพียงอย่างเดียว (T6) ดังสรุปในตารางที่ 5 แสดงว่าการให้เชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง

ได้ตั้งรกรากที่รากพืช หรือบริเวณรอบรากพืช (rhizosphere) ก่อน จะสามารถลดดัชนีการเกิดโรคได้

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีการเกิดโรค และการยับยั้งของเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 1031-4 ต่อเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 8 สายพันธุ์ พบว่าคู่สายพันธุ์ไม่รุนแรงที่ยับยั้งสายพันธุ์รุนแรงได้ค่อนข้างดี คือ ชุด 1031-4 X 1170-2 โดย กรรมวิธีที่ 1 การปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที แล้วตามด้วย สายพันธุ์รุนแรง 30 นาที (T1) กรรมวิธีที่ 2 ปลูกเชื้อสายพันธุ์รุนแรงก่อน แล้วตามด้วยสายพันธุ์ ไม่รุนแรง 30 นาที (T2) กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง และสายพันธุ์รุนแรงพร้อมกัน 30 นาที (T3) กรรมวิธีที่ 4 ปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรงในวัสดุปลูก 3 วัน ด้วยวิธีราดเชื้อในดิน จากนั้น ปลูกเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีแช่ราก (T4) กรรมวิธีที่ 5 แช่เมล็ดมะเขือเทศในสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที ตามด้วยเชื้อสายพันธุ์รุนแรงอีก 30 นาที (T5) โดยมี ดัชนีการเกิดโรค 20, 53.33, 19.33, 21.33 และ 20.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ กรรมวิธี ที่ 6 ปลูกเชื้อสายพันธุ์รุนแรงอย่างเดียว (T6) มีดัชนีการเกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ และ กรรมวิธีที่ 7 ปลูกเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรงอย่างเดียว มีดัชนีการเกิดโรค 12 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 5) สอดคล้องกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ ที่พบว่าเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 1031-4 สามารถยับยั้งเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 1170-2 ได้ดี มีค่าเฉลี่ยวงใส 2.75 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 5 ดัชนีการเกิดโรคจากการใช้เชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 1031-4 ในการควบคุมเชื้อสายพันธุ์ รุนแรง 8 ไอโซเลท

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดโรค							
	1003-5	1021-4	1032-2	1073-2	1134-5	1167-2	1170-2	1184-6
T1	15.33c	18.00c	15.33c	17.99c	16.67c	13.33c	20.00c	15.99c
T2	53.33b	41.33b	41.33b	40.00b	46.67b	33.33b	53.33b	46.67b
T3	18.67c	19.99c	16.67c	19.99c	17.99c	12.00c	19.33c	17.99c
T4	20.67c	16.67c	13.99c	14.00c	15.99c	13.99c	21.33c	16.67c
T5	14.00c	13.99c	14.67c	12.67c	17.33c	11.99c	20.67c	15.99c
T6	82.00a	71.99a	77.33a	67.99a	74.67a	80.00a	100 a	81.33a
T7	12.67c	11.33c	13.33c	12.00c	13.33c	11.33c	12.00c	13.33c
Control	0	0	0	0	0	0	0	0
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V(%)	36.46	46.40	39.68	40.41	33.95	47.96	27.28	36.09

^{1/} กรรมวิธีที่มีอักษรพร้อมกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

* แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ** แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

T1 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที จากนั้นตามด้วยเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T2 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที จากนั้นตามด้วยเชื้อสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T3 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง และเชื้อสายพันธุ์รุนแรง พร้อมกันเป็นเวลา 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T4 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง ในวัสดุปลูก 3 วัน ด้วยวิธีรดเชื้อในดิน จากนั้นปลุกเชื้อสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T5 แช่เมล็ดมะเขือเทศพันธุ์สีดาทิพย์ 3 ในสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที ก่อนนำไปแช่ ในเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์รุนแรงอีก 30 นาที

T6 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T7 ปลุกเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ไม่รุนแรง 30 นาที ด้วยวิธีการแช่ราก

T8 ชุดควบคุม แช่รากในน้ำกลั่นหนึ่งชั่วโมง