

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. การสำรวจ การเก็บตัวอย่างและการประเมินความรุนแรงโรครากปม

จากการสำรวจการระบาดของโรครากปมในพืชจำนวน 16 ชนิด 31 แปลงปลูก ในเขตพื้นที่ จังหวัดอุบลราชธานี ยโสธร ศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ และนครราชสีมา (ตารางที่ 2) ผลการสำรวจ พบความรุนแรงในการเกิดปมอยู่ระหว่างร้อยละ 18-85 โดยแปลงพริกในเขต ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี มีความรุนแรงของการเกิดโรครากปมมากที่สุดคือร้อยละ 85 พบ ร่องลงมาในแปลงปลูกถั่วเขียวบริเวณแปลงปลูกพืชทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี และแปลงปลูกกระเจี๊ยบ ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ที่มีความรุนแรงของการเกิดโรครากปมร้อยละ 78 และ 77 ตามลำดับ แปลงเหล่านี้ต้นพืชมีอาการเหี่ยว แคระแกร็น และรากเป็นปม (stunt - root knot : S-RK) ส่วนแปลงที่มีความรุนแรงของการเกิดปมต่ำสุด คือร้อยละ 18 พบในแปลงมะเขือ บริเวณ ต.น้ำอ้อม อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ โดยที่ต้น ไม่แสดงอาการแคระแกร็น หรือเหี่ยว แต่รากเป็นปม (no stunt - root knot : NS-RK) (ตารางที่ 3)

นอกจากนี้จากการตรวจตัวอย่างราก และตัวอย่างดินยังพบว่า พื้นที่แปลงปลูกพืชที่มีความหนาแน่นของไส้เดือนฝอยรากปมในดินและในรากสูง มักตรวจพบความรุนแรงของการเกิดปมที่ รากสูงตามไปด้วย จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ความรุนแรงของการเกิดปม จำนวน ไส้เดือนฝอยในราก และจำนวนไส้เดือนฝอยรากปม (J2) ในดิน พบว่า ปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม ในดินและในรากพืชมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรุนแรงของการเกิดปมที่ราก ทั้งตัวอย่างดิน และรากที่เก็บมาจากต้นแคระแกร็น รากเป็นปม (S-RN) และต้นไม่มีอาการแคระแกร็น แต่รากเป็น ปม (NS-RK) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.944** และ 0.891** ตามลำดับ

2. การคัดเลือกเชื้อราในดินที่มีประสิทธิภาพในการเข้าเจริญกลุ่มกลุ่มไข่และไข่ไส้เดือนฝอยรากปมในห้องปฏิบัติการ

2.1. การแยกเชื้อราบริสุทธิ์จากกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม

จากแปลงปลูกพืชจำนวน 31 แปลง สามารถแยกได้เชื้อราจากตัวอย่างรากพืชจำนวน 57 ตัวอย่าง และไม่สามารถแยกได้ 5 แปลงปลูก เนื่องจากไม่พบต้นที่แสดงอาการของโรครากเป็นปม ผลการแยกเชื้อราจากกลุ่มไข่ ได้เชื้อราทั้งหมด 628 ไอโซเลต ตัวอย่างเชื้อราที่แยกได้และมีศักยภาพ ในการเข้าเจริญกลุ่มกลุ่มไข่ เช่น *Pochonia chlamydosporia*, *Verticillium chlamydosporium*,

Penicillium digitatum, *Paecilomyces lilacinus*, *Fusarium* sp., *Penicillium purpurogenum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus* และ *Alternaria lunata* เป็นต้น (ภาพที่ 13)

ตารางที่ 2 ชนิดพืชและแหล่งปลูกที่สำรวจการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย

พืช	จำนวนตัวอย่าง	สถานที่
กระเจี๊ยบเขียว (<i>Abelmoschus esculentus</i>)	1	ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา
กะหล่ำปลี (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)	1	ต.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
คื่นไช้ (<i>Apium graveolens</i>)	1	ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์
แตงกวา (<i>Cucumis sativus</i>)		ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร
ถั่วเขียว (<i>Vigna radiata</i>)	1	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ถั่วพุ่ม (<i>Vigna sinensis</i>)	1	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปอกระเจา (<i>Corchorus capsularis</i>)	2	ต.สมสะอาด อ.เดชอุดม จ.อุบลราชธานี ต.เสียว อ.เบญจลักษณ์ จ.ศรีสะเกษ
ผักชีฝรั่ง (<i>Eryngium foetidum</i>)	2	ต.จานใหญ่ อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์
ผักบุ้งจีน (<i>Ipomoea aquatica</i> var. <i>aquatica</i>)	1	ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์
ฝรั่ง (<i>Psidium guajava</i>)	2	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ต.ห้วยราช อ.ห้วยราช จ.บุรีรัมย์

ตารางที่ 2 ชนิดพืชและแหล่งปลูกที่สำรวจการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย (ต่อ)

พืช	จำนวนตัวอย่าง	สถานที่
พริก (<i>Capsicum annuum</i>)	8	ต.หนองเหล่า อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ต.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ต.หัวเรือ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ต.ประคู้ อ.สำโรงทาบ จ.สุรินทร์ ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร ต.เมืองน้อย อ.ยางชุมน้อย จ.ศรีสะเกษ ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์
มะเขือเปราะ (<i>Chionathus parkinsonii</i>)	4	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ต.น้ำอ้อม อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์ ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร
มะเขือเทศ (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	3	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ต.ชำ อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ
มะละกอ (<i>Carica papaya</i>)	1	ต.คบบุ อ.เดชอุดม จ.อุบลราชธานี
ยาสูบ (<i>Nicotina tabacum</i>)	1	ต.ศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
โหระพา (<i>Ocimum basilicum</i>)	1	ต.หมื่นสี อ.สำโรงทาบ จ.สุรินทร์

2.2. การแยกเชื้อราปรสิตจากตัวอย่างดิน

จากการแยกเชื้อราจากตัวอย่างดินบริเวณรากพืชในแหล่งปลูกต่างๆ โดยเลือกเก็บจากแปลงที่พืชแสดงอาการแคระแกร็น รากเป็นปม (S-RK) แปลงที่ไม่มีอาการแคระแกร็น แต่รากเป็นปม

(NS-RK) และแปลงพืชปกติ ไม่มีปม (no stunt - no root knot : NS-NRK) จำนวน 81 ตัวอย่างดิน สามารถแยกเชื้อราจากดินบริเวณ S-RK, NS-RK และ NS-NRK ได้จำนวน 410, 399 และ 398 ไอโซเลต ตามลำดับ รวมจำนวนเชื้อราในดินที่แยกได้ทั้งสิ้น 1,207 ไอโซเลต (ตารางที่ 5) ตัวอย่างเชื้อราที่แยกได้และมีศักยภาพในการเข้าเจริญคลุมกลุ่มไข่ เช่น *Lecanicillium tenuipes*, *Talaromyces flavus*, *Penicillium marneffei*, *P. lilacinus*, *Botrytis* sp., *Metarhizium anisopliae*, *Penicillium spinulosum*, *Penicillium frequentans*, *Penicillium fungiculosum*, *Trichoderma* sp., *Trichoderma harmatum*, *Penicillium nigrican*, *Penicillium islandicum*, *Aspergillus niger*, *Auriobasidium* sp. เป็นต้น (ภาพที่ 6)

ตารางที่ 3 ปริมาณของไส้เดือนฝอยรากปมในดินและรากพืช รวมทั้งระดับความรุนแรงการเกิดปมที่ราก จากตัวอย่างดินและรากที่เก็บจากแปลงปลูกพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	การเข้าทำลายราก				จำนวนไส้เดือนฝอย	
		การเกิดปมที่ราก (%)		จำนวนไส้เดือนฝอยในราก 1 กรัม		ในดิน 300 ลบ.ซม.	
		S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK
กระเจียวเขียว	ต.หนองสาหร่าย	77	-	315	141	309	120
	อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา						
กะหล่ำปลี	ต.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ	36	-	117	-	76	-
	จ.อุบลราชธานี						
คื่นไฉ่	ต.นางรอง อ.นางรอง	38	30	124	78	66	23
	จ.บุรีรัมย์						
แตงกวา	ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร	50	37	135	148	110	130
ถั่วเขียว	แปลงปลูกพืช	78	-	285	-	252	-
	คณะเกษตรศาสตร์						
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี						
ถั่วพุ่ม	แปลงปลูกพืช	-	57	-	269	-	275
	คณะเกษตรศาสตร์						
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี						

S-RK = ดินแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดินปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 3 ปริมาณของไส้เดือนฝอยรากปมในดินและรากพืช รวมทั้งระดับความรุนแรงการเกิดปม
ที่รากจากตัวอย่างดินและรากที่เก็บจากแปลงปลูกพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอน
ล่าง (ต่อ)

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	การเข้าทำลายราก				จำนวนไส้เดือน	
		การเกิดปมที่ราก		จำนวนไส้เดือน		ฝอยในดิน 300	
		(%)		ฝอยในราก 1 กรัม		ลบ.ชม.	
		S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK
ปอกระเจา	ต.สมสะอาด อ.เดชอุดม	27	24	55	48	13	9
	จ.อุบลราชธานี						
	ต.เสี้ยว อ.เบญจลักษณ์	22	15	38	15	10	4
	จ.ศรีสะเกษ						
ผักชีฝรั่ง	ต.จานใหญ่ อ.กันทรลักษณ์	66	58	284	274	270	256
	จ.ศรีสะเกษ						
	ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์	72	33	301	105	314	80
ผักบุ้งจีน	ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์	67	20	279	42	296	13
ฝรั่ง	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์	51	50	148	140	115	101
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี						
	ต.ห้วยราช อ.ห้วยราช จ.บุรีรัมย์	69	42	287	127	335	92
พริก	ต.หนองเหล่า อ.ม่วงสามสิบ	60	45	274	386	288	126
	จ.อุบลราชธานี						
	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ	85	51	335	165	324	160
	จ.อุบลราชธานี						
	ต.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ	54	51	190	168	183	172
	จ.อุบลราชธานี						
	ต.หัวเรือ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี	73	65	311	280	302	277
	ต.ประดู่ อ.สำโรงทาบ จ.สุรินทร์	46	33	120	97	97	52
	ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร	47	38	134	145	101	133
	ต.เมื่อน้อย อ.ยางชุมน้อย	52	23	249	44	142	15
	จ.ศรีสะเกษ						
	ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์	31	21	81	30	26	8

S-RK = ต้นแคระแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ต้นปกติ รากเป็นปม

ตารางที่ 3 ปริมาณของไส้เดือนฝอยรากปมในดินและรากพืช รวมทั้งระดับความรุนแรงการเกิดปมที่ราก จากตัวอย่างดินและรากที่เก็บจากแปลงปลูกพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	การเข้าทำลายราก				จำนวนไส้เดือน	
		การเกิดปมที่ราก		จำนวนไส้เดือน		ฝอยในดิน 300	
		(%)		ฝอยในราก 1 กรัม		ลบ.ชม.	
		S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK	S-RK	NS-RK
มะเขือเปราะ	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ	57	48	291	259	270	201
	จ.อุบลราชธานี						
	ต.น้ำอ้อม อ.กันทรลักษ์	28	18	69	40	26	14
	จ.ศรีสะเกษ						
	ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์	61	47	255	138	183	130
	ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร	69	56	284	287	290	275
มะเขือเทศ	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ	-	28	-	70	-	42
	จ.อุบลราชธานี						
	แปลงปลูกพืช	57	43	198	106	311	61
	คณะเกษตรศาสตร์						
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี						
	ต.ชำ อ.กันทรลักษ์	31	25	80	55	38	11
	จ.ศรีสะเกษ						
มะละกอ	ต.ตบพูน อ.เดชอุดม	50	41	143	110	87	50
	จ.อุบลราชธานี						
ยาสูบ	ต.ศรีโค อ.วารินชำราบ	54	51	145	132	101	92
	จ.อุบลราชธานี						
โหระพา	ต.หมื่นสี อ.ตำบองเทา	54	43	157	137	84	60
	จ.สุรินทร์						

S-RK = ต้นแคระแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ต้นปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 4 จำนวนไอโซเลตเชื้อราที่แยกได้จากกลุ่มไข่ไก่เดือนฝอยรากปมตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บ	S-RK		NS-RK	
			จำนวน	รหัส	จำนวน	รหัส
กระเจียวเขียว	ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	ต.ค. 2547	5	ENM01	8	ENM02
กะหล่ำปลี	ต.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี	ก.พ. 2545	16	EUB03	16	EUB04
คื่นไฉ่	ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์	ม.ค. 2547	2	EBR05	3	EBR06
แตงกวา	ต.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร	ธ.ค. 2546	17	EYT07	22	EYT08
ถั่วเขียว	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	ม.ค. 2545	8	EUB09	-	-
ถั่วพุ่ม	แปลงปลูกพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	ต.ค. 2547	7	EUB10	11	EUB11
ปอกระเจา	ต.สมสะอาด อ.เดชอุดม จ.อุบลราชธานี	ส.ค. 2547	22	EUB12	16	EUB13
	ต.เสียว อ.เบญจลักษณ์ จ.ศรีสะเกษ	ส.ค. 2547	22	ESK14	13	ESK15
	ต.จานใหญ่ อ.กันทรลักษ์ จ.ศรีสะเกษ	ก.พ. 2546	5	ESK16	5	ESK17
ผักชีฝรั่ง	ต.สังขะ อ.สังขะ จ.สุรินทร์	ธ.ค. 2546	7	ESR18	10	ESR19
	ต.นางรอง อ.นางรอง จ.บุรีรัมย์	ต.ค. 2547	5	EBR20	-	-

S-RK = ค้นแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ค้นปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 4 จำนวนไอโซเลตเชื้อราที่แยกได้จากกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปมตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บ	S-RK		NS-RK	
			จำนวน	รหัส	จำนวน	รหัส
ฝรั่ง	แปลงปลูกพืช	พ.ย. 2546	12	EUB21	17	EUB22
	คณะเกษตรศาสตร์					
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี					
	ค.ห้วยราช อ.ห้วยราช	ม.ค. 2547	8	ESR23	8	ESR24
	จ.บุรีรัมย์					
พริก	ค.หนองเหล่า อ.ม่วงสามสิบ	ธ.ค. 2545	8	EUB25	12	EUB26
	จ.อุบลราชธานี					
	ค.คำขวาง อ.วารินชำราบ	ม.ค. 2546	19	EUB27	-	-
	จ.อุบลราชธานี					
	ค.โพธิ์ใหญ่ อ.วารินชำราบ	ก.พ. 2546	14	EUB28	12	EUB29
	จ.อุบลราชธานี					
	ค.หัวเรือ อ.เมือง	พ.ย. 2546	11	EUB30	8	EUB31
	จ.อุบลราชธานี					
	ค.ประคู้ อ.สำโรงทาบ	ธ.ค. 2546	8	ESR32	2	ESR33
	จ.สุรินทร์					
	ค.เขื่องคำ อ.เมือง จ.ยโสธร	ธ.ค. 2546	5	EYT34	12	EYT35
	ค.เมืองน้อย อ.ยางชุมน้อย	เม.ย. 2547	25	ESK36	19	ESK37
	จ.ศรีสะเกษ					
	ค. ตั้งชะ อ. ตั้งชะ	ธ.ค. 2546	12	ESR38	11	ESR39
	จ.สุรินทร์					

S-RK = ต้นแคระแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ต้นปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 4 จำนวนไอโซเลตเชื้อราที่แยกได้จากกลุ่มไข่ไก่เดือนฝอยรากปมตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	แหล่งเก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บ	S-RK		NS-RK	
			จำนวน	รหัส	จำนวน	รหัส
มะเขือเปราะ	ด.คำขวาง อ.วารินชำราบ	ม.ค. 2545	15	EUB40	-	-
	จ.อุบลราชธานี					
	ด.น้ำอ้อม อ.กันทรลักษ์	ธ.ค. 2546	6	ESK41	14	ESK42
	จ.ศรีสะเกษ					
	ด.สังขะ อ.สังขะ	ธ.ค. 2546	16	ESR43	16	ESR44
	จ.สุรินทร์					
	ด.เชียงคำ อ.เมือง	ธ.ค. 2546	12	EYT45	9	EYT46
	จ.ยโสธร					
มะเขือเทศ	ด.คำขวาง อ.วารินชำราบ	ธ.ค. 2545	4	EUB47	-	-
	จ.อุบลราชธานี					
	แปลงปลูกพืช	มี.ค. 2546	9	EUB48	9	EUB49
	คณะเกษตรศาสตร์					
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี					
	ด.ชำ อ.กันทรลักษ์	พ.ย. 2546	11	ESK50	10	ESK51
	จ.ศรีสะเกษ					
มะละกอ	ด.ตบพูน อ.เดชอุดม	ม.ค. 2546	8	EUB52	4	EUB53
	จ.อุบลราชธานี					
ยาสูบ	ด.ศรีโค อ.วารินชำราบ	มี.ค. 2546	9	EUB54	10	EUB55
	จ.อุบลราชธานี					
โหระพา	ด.หมื่นสี อ.สำโรงทาบ	ธ.ค. 2546	13	ESR56	10	ESR57
	จ.สุรินทร์					

S-RK = ดันแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดันปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 5 จำนวนไอโซเลตของเชื้อราที่แยกได้จากดินรอบๆรากพืชที่เป็นโรครากปม ตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง

พืช	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่	S-RK		NS-RK		NS-NRK	
			No.	รหัส	No.	รหัส	No.	รหัส
กระเจียวเขียว	ต.หนองสาหร่าย	ต.ค.	20	SNM01	23	SNM02	-	-
	อ.ปากช่อง	2547						
	จ.นครราชสีมา							
กะหล่ำปลี	ต.โพธิ์ใหญ่	ก.พ.	11	SUB03	-	-	10	SUB04
	อ.วารินชำราบ	2545						
	จ.อุบลราชธานี							
คื่นไฉ่	ต. นางรอง	ม.ค.	20	SBR05	19	SBR06	19	SBR07
	อ.นางรอง	2547						
	จ. บุรีรัมย์							
แตงกวา	ต.เขื่องคำ อ.เมือง	ธ.ค.	18	SYT08	23	SYT09	21	SYT10
	จ.ยโสธร	2546						
ถั่วเขียว	แปลงปลูกพืช	ม.ค.	12	SUB11	-	-	6	SUB12
	คณะเกษตรศาสตร์	2545						
	มหาวิทยาลัย							
	อุบลราชธานี							
ถั่วพุ่ม	แปลงปลูกพืช	ต.ค.	-	-	27	SUB13	-	-
	คณะเกษตรศาสตร์	2547						
	มหาวิทยาลัย							
	อุบลราชธานี							
ปอกระเจา	ต.สมสะอาด	ส.ค.	15	SUB14	12	SUB15	14	SUB16
	อ.เดชอุดม	2547						
	จ.อุบลราชธานี							
	ต.เลี้ยว	ส.ค.	14	SSK17	16	SSK18	9	SSK19
	อ.เบญจลักษณ์	2547						
	จ.ศรีสะเกษ							

S-RK = ดินแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดินปกติ รากเป็นปม

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 5 จำนวนไอโซเลตของเชื้อราที่แยกได้จากดินรอบๆรากพืชที่เป็นโรครากปม ตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่	S-RK		NS-RK		NS-NRK	
			No.	รหัส	No.	รหัส	No.	รหัส
ผักชีฝรั่ง	ต.จานใหญ่	ก.พ.	10	SSK20	-	-	19	SBR21
	อ.กันทรลักษณ์	2546						
	จ.ศรีสะเกษ							
	ต.ตังชะ อ.ตังชะ	ธ.ค.	12	SSR22	11	SSR23	13	SSR24
	จ.สุรินทร์	2546						
ผักบุ้งจีน	ต.นางรอง อ.นางรอง	ต.ค.	19	SBR25	34	SBR26	-	-
	จ.บุรีรัมย์	2547						
ฝรั่ง	แปลงปลูกพืช	พ.ย.	13	SUB27	17	SUB28	24	SUB29
	คณะเกษตรศาสตร์	2546						
	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี							
	ต.ห้วยราช อ.ห้วยราช	ม.ค.	14	SBR30	8	SBR31	10	SBR32
	จ.บุรีรัมย์	2547						
พริก	ต.หนองเหล่า	ธ.ค.	15	SUB33	12	SUB34	12	SUB35
	อ.ม่วงสามสิบ	2545						
	จ.อุบลราชธานี							
	ต.คำขวาง อ.วารินชำราบ	ม.ค.	14	SUB36	-	-	9	SUB37
	จ.อุบลราชธานี	2546						
	ต.โพธิ์ใหญ่	ก.พ.	10	SUB38	-	-	8	SUB39
	อ.วารินชำราบ	2546						
	จ.อุบลราชธานี							
	ต.หัวเรือ อ.เมือง	พ.ย.	11	SUB40	14	SUB41	14	SUB42
	จ.อุบลราชธานี	2546						
	ต.ประคู้ อ.สำโรงทาบ	ธ.ค.	11	SSR43	16	SSR44	12	SSR45
	จ.สุรินทร์	2546						

S-RK = ดินแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดินปกติ รากเป็นปม

NS-NRK = ดินปกติ

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 5 จำนวนไอโซเลตของเชื้อราที่แยกได้จากดินรอบๆรากพืชที่เป็นโรครากปม ตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่	S-RK		NS-RK		NS-NRK	
			No.	รหัส	No.	รหัส	No.	รหัส
พริก (ต่อ)	ต.เขื่องคำ อ.เมือง	ธ.ค.	23	SYT46	37	SYT47	28	SYT48
	จ.บึงโขง	2546						
	ต.เมืองน้อย	เม.ย.	23	SSK49	21	SSK50	27	SSK51
	อ.ยางชุมน้อย	2547						
	จ.ศรีสะเกษ							
	ต.สังขะ อ.สังขะ	ธ.ค.	9	SSR52	15	SSR53	11	SSR54
มะเขือเปราะ	จ.สุรินทร์	2546						
	ต.คำขวาง	ม.ค.	12	SUB55	-	-	9	SUB56
	อ.วารินชำราบ	2545						
	จ.อุบลราชธานี							
	ต.น้ำอ้อม	ธ.ค.	5	SSK57	8	SSK58	6	SSK59
	อ.กันทรลักษ์	2546						
	จ.ศรีสะเกษ							
	ต.สังขะ อ.สังขะ	ธ.ค.	20	SSR60	19	SSR61	22	SSR62
	จ.สุรินทร์	2546						
	ต.เขื่องคำ	ธ.ค.	16	SYT63	21	SYT64	15	SYT65
มะเขือเทศ	อ.เมือง	2546						
	จ.บึงโขง							
	ต.คำขวาง	ธ.ค.	9	SUB66	-	-	5	SUB67
	อ.วารินชำราบ	2545						
	จ.อุบลราชธานี							
	แปลงปลูกพืช	มี.ค.	8	SUB68	-	-	9	SUB69
	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	2546						

S-RK = ดันแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดันปกติ รากเป็นปม

NS-NRK = ดันปกติ

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

ตารางที่ 5 จำนวนไอโซเลตของเชื้อราที่แยกได้จากดินรอบๆรากพืชที่เป็นโรครากปม ตามแหล่งปลูกต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (ต่อ)

พืช	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่	S-RK		NS-RK		NS-NRK	
			No.	รหัส	No.	รหัส	No.	รหัส
มะเขือเทศ	ต.ชำ อ.กันทรลักษ์	พ.ย.	14	SSK70	16	SSK71	16	SSK72
	จ.ศรีสะเกษ	2546						
มะละกอ	ต.ตบพูน อ.เดชอุดม	ม.ค.	11	SUB73	11	SUB74	29	SUB75
	จ.อุบลราชธานี	2546						
ยาสูบ	ต.ศรีโค	มี.ค.	9	SUB76	-	-	7	SUB77
	อ.วารินชำราบ	2546						
	จ.อุบลราชธานี							
โหระพา	ต.หมื่นสี	ธ.ค.	12	SSR78	19	SSR79	14	SSR80
	อ.สำโรงทาบ	2546						
	จ.สุรินทร์							

S-RK = ดินแคะแกร็น รากเป็นปม

NS-RK = ดินปกติ รากเป็นปม

NS-NRK = ดินปกติ

- = ไม่มีตัวอย่างตรวจสอบ

2.3 ประสิทธิภาพของเชื้อราในการเจริญเติบโตบนกลุ่มไข่ (egg mass) ใต้เดือนฝอยรากปมในห้องปฏิบัติการ

จากการนำเชื้อราที่แยกได้จากกลุ่มไข่และดิน จำนวนทั้งสิ้น 1,835 ไอโซเลต มาทดสอบการเจริญบนกลุ่มไข่ใต้เดือนฝอยรากปมบนอาหารวุ้น พบว่ามีเชื้อราจำนวน 60 ไอโซเลตที่สามารถเจริญปกคลุมกลุ่มไข่เฉลี่ยตั้งแต่ระดับ 2.5-3.0 โดยเชื้อราที่สามารถเจริญปกคลุมกลุ่มไข่ได้หนาแน่นสูงสุดได้แก่เชื้อรา *Pe. digitatum* ไอโซเลต ESR24-05, *As. parasiticus* ไอโซเลต EYT07-05, *Pe. purpurogenum* ไอโซเลต EYT07-08, *As. niger* ไอโซเลต SYT64-06 และ *Tr. hamatum* ไอโซเลต SSR79-12 โดยเชื้อราเหล่านี้สร้างเส้นใยปกคลุมจนมองไม่เห็นกลุ่มไข่หรือมีระดับการทำลายในระดับ 3 (ตารางที่ 6) (ภาพที่ 13)

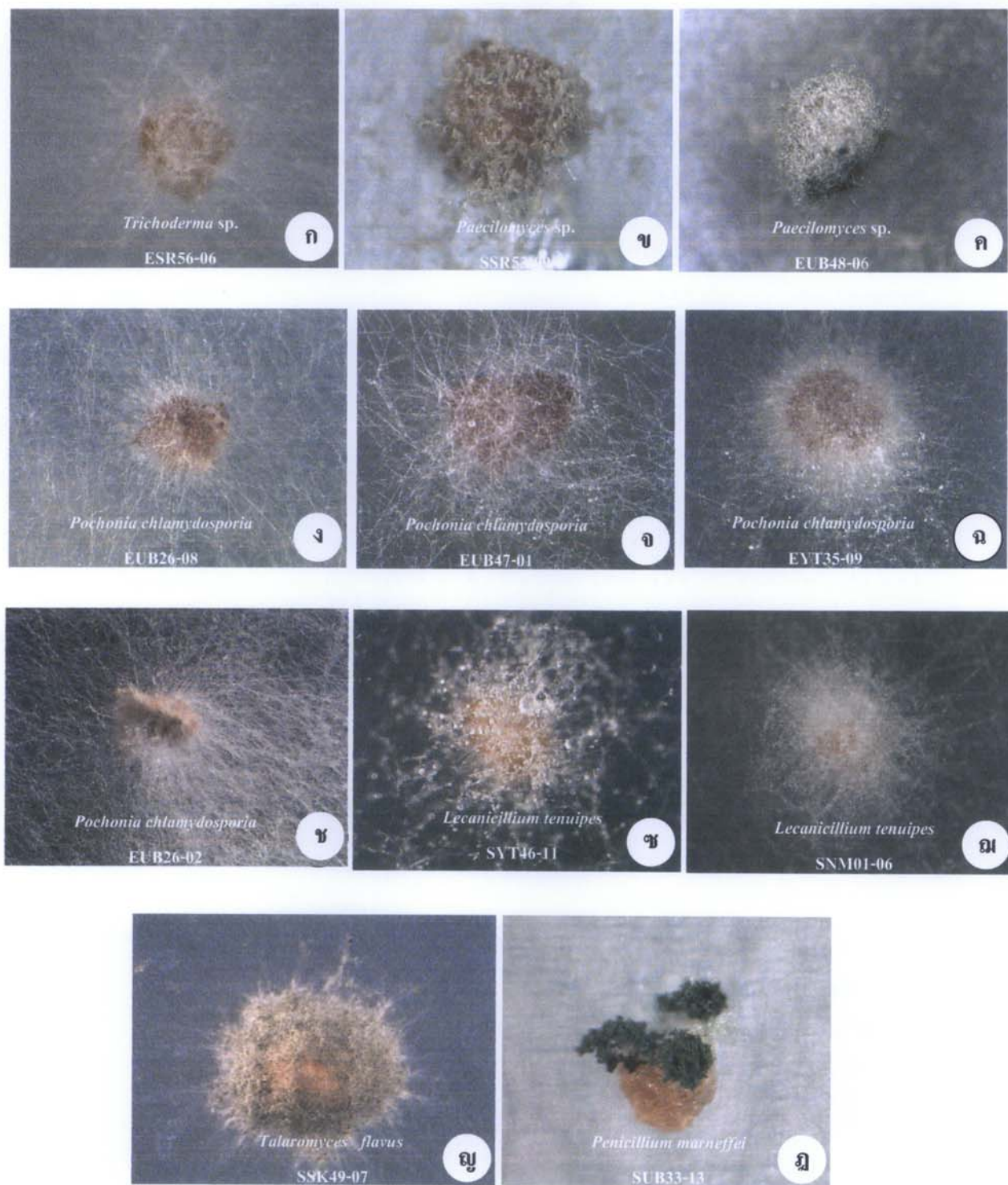
และเมื่อนำกลุ่มไข่จำนวน 60 ไอโซเลตที่มีเชื้อราเจริญปกคลุมอยู่ใส่ลงไปในดินที่มีต้นกล้าถั่วเขียว และประเมินการเกิดปมที่รากหลังใส่กลุ่มไข่ลงไปในดินปลูก 30 วัน พบว่ามีเชื้อราจำนวน 43 ไอโซเลต ที่กลุ่มไข่นั้นทั้ง 4 กลุ่ม ไข่ (0/4) ไม่สามารถทำให้เกิดปมที่รากถั่วเขียวได้ และเชื้อ

จำนวน 9 ไอโซเลต ที่กลุ่มไข่จำนวน 1 กลุ่มไข่จากทั้งหมด 4 กลุ่มไข่ (1/4) สามารถทำให้รากถั่วเขียวเป็นปมได้ มีเชื้อรา 5 ไอโซเลตที่กลุ่มไข่จำนวน 2 กลุ่มไข่จากทั้งหมด 4 กลุ่มไข่ (2/4) สามารถทำให้รากถั่วเขียวเป็นปมได้ และมีเชื้อรา 2 ไอโซเลตที่กลุ่มไข่จำนวน 3 กลุ่มไข่จากทั้งหมด 4 กลุ่มไข่ (3/4) สามารถทำให้ถั่วเขียวเกิดปมที่รากได้ ซึ่งได้แก่เชื้อรา *Pa. lilacinus* ไอโซเลต EUB48-60 และ เชื้อรา *Pe. marneffei* ไอโซเลต SUB33-13 ดังตารางที่ 6

2.4 ประสิทธิภาพของเชื้อราในการเข้าทำลายไข่ (eggs) ไข่เดือนฝอยรากปมในห่อปฏิบัติการ

ในการวัดประสิทธิภาพของเชื้อราในการทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* นั้น วัดจากการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราบนไข่ และอัตราการฟักไข่ออกเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) โดยเมื่อนำเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตปกคลุมกลุ่มไข่เฉลี่ยตั้งแต่ระดับ 2.5 – 3 จำนวน 60 ไอโซเลต มาทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* บนอาหารวุ้นพบว่าเชื้อราทุกไอโซเลตสามารถเข้าทำลายไข่ได้ โดยสังเกตพบลักษณะเส้นใยเชื้อราเจริญออกมาภายนอกไข่ (ภาพที่ 13) ความรุนแรงในการทำลายไข่ตั้งแต่ ร้อยละ 1.60 – 84 เชื้อราที่ทำลายไข่สูงสุด 9 ลำดับแรกคือ เชื้อ *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ EUB26-02, *T. flavus* ไอโซเลต SSK49-07, *Pe. marneffei* ไอโซเลต SUB33-13, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB47-01, *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06, เชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลต ESR56-06, *Paecilomyces* sp. ไอโซเลต SSR53-09 โดยทำลายไข่ได้ ร้อยละ 84.08, 66.39, 62.97, 61.84, 51.21, 49.84, 48.60, 47.44 และ 46.97 ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

เชื้อราที่ทดสอบส่วนใหญ่สามารถยับยั้งการฟักไข่ไส้เดือนฝอยได้ในระดับที่แตกต่างกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การลดการฟักไข้อยู่ระหว่างร้อยละ 0.12 - 53.91 มีเพียงหนึ่งไอโซเลตที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการฟักไข่มากกว่าร้อยละ 50 และเชื้อราจำนวน 6 ไอโซเลตที่มีประสิทธิภาพยับยั้งการฟักไข่ระหว่างร้อยละ 20-50 ในขณะที่เดียวกันพบเชื้อราจำนวน 12 ไอโซเลต ไปมีผลกระตุ้นการฟักไข่ไปเป็นตัวอ่อนมากขึ้นถึงร้อยละ 0.20 – 10.31 (ตารางที่ 7) เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลต SUB34-06 เป็นเชื้อราที่สามารถทำลายไข่ได้สูงถึงร้อยละ 33.60 แต่พบว่าสามารถกระตุ้นการฟักไข่ให้เพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 6.95 ส่วนเชื้อรา *Auriobasidium* sp. SSR61-07 พบเข้าทำลายไข่ได้น้อยเพียงร้อยละ 2.19 และกระตุ้นการฟักไข่เพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 10.31



ภาพที่ 13 ลักษณะกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita*) ที่ถูกทำลายโดยเชื้อรา *Trichoderma* sp. (ก), *Paecilomyces* sp. (ข), *Paecilomyces* sp. (ค), *Pochonia chlamydosporia* (ง, จ, ฉ, ซ), *Lecanicillium tenuipes* (ฅ, ฌ), *Talaromyces flavus* : (ญ) และ *Penicillium marneffei* : (ฎ)

ตารางที่ 6 ระดับการเจริญเติบโตของเชื้อราไอโซเลตต่างๆ บนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้นและการคงสภาพของกลุ่มไข่

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	กลุ่มไข่	
		ระดับการเจริญบนกลุ่มไข่ ^{1/}	ศักยภาพของกลุ่มไข่ ^{2/}
<i>Alternaria lunata</i>	EUB27-16	2.58	0/4
<i>Aspergillus niger</i>	EUB48-07	2.71	0/4
<i>Aspergillus niger</i>	SYT64-06	3.00	0/4
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK17-08	2.5	1/4
<i>Aspergillus oryzae</i>	SUB68-03	2.5	0/4
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK19-06	2.5	1/4
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB28-08	2.63	1/4
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB41-12	2.5	1/4
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-05	3.00	1/4
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-10	2.75	2/4
<i>Auriobasidium</i> sp.	SSR61-07	2.75	-
<i>Botrytis</i> sp.	SSK18-03	2.67	0/4
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-07	2.75	0/4
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-12	2.67	0/4
<i>Fusarium</i> sp.	EYT07-01	2.75	0/4
<i>Geotrichum candidum</i>	SUB34-11	2.58	0/4
<i>Geotrichum candidum</i>	SSK49-17	2.6	0/4
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SYT46-11	2.58	1/4
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SNM01-06	2.75	0/4
<i>Metarhizium anisopliae</i>	SUB34-06	2.67	1/4
<i>Paecilomyces. lilacinus</i>	EUB48-06	2.75	3/4
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	SSK51-02	2.67	0/4

^{1/} ระดับการเจริญของเส้นใยบนกลุ่มไข่

ระดับ 1 ไม่พบเส้นใยของเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (not colonized) ของเชื้อรา

ระดับ 2 พบเส้นใยเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (colonized) แต่เส้นใยไม่ปกคลุมกลุ่มไข่ทั้งหมด

ระดับ 3 พบเส้นใยเชื้อราเจริญปกคลุมกลุ่มไข่ (fully colonization) หนาแน่นจนมองไม่เห็นกลุ่มไข่

^{2/} กลุ่มไข่ที่มีเชื้อราเจริญปกคลุม แล้วนำไปทดสอบกับตัวเขียว (4 กลุ่มไข่) ที่ยังสามารถทำให้เกปมที่รากได้

- ไม่ได้ทำการทดสอบเนื่องจากกลุ่มไข่เกิดการปนเปื้อนเชื้อราชนิดอื่น

ตารางที่ 6 ระดับการเจริญเติบโตของเชื้อราไอโซเลตต่างๆ บนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้น และการคงสภาพของกลุ่มไข่ (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	กลุ่มไข่	
		ระดับการเจริญบนกลุ่มไข่ ^{1/}	การเกิดปมที่รากถั่วเขียว ^{2/}
<i>Paecilomyces</i> sp.	SSR53-09	2.75	2/4
<i>Paecilomyces</i> sp.	ESR24-01	2.63	0/4
<i>Penicillium digitatum</i>	EUB25-03	2.92	0/4
<i>Penicillium digitatum</i>	ESR24-05	3.00	0/4
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB34-04	2.67	0/4
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB40-04	2.50	0/4
<i>Penicillium fungiculosum</i>	SSK51-03	2.67	0/4
<i>Penicillium funiculosum</i>	SSR62-12	2.50	0/4
<i>Penicillium islandicum</i>	SUB37-04	2.75	0/4
<i>Penicillium marneffeii</i>	SUB33-13	2.50	3/4
<i>Penicillium nigrum</i>	SYT09-11	2.83	0/4
<i>Penicillium purpurogenum</i>	EYT07-08	3.00	0/4
<i>Penicillium restrictum</i>	SYT65-03	2.50	0/4
<i>Penicillium spinulosum</i>	SYT46-07	2.75	0/4
<i>Penicillium variable</i>	EUB25-04	2.58	0/4
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EYT35-09	2.67	0/4
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB26-02	2.75	0/4
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB26-08	2.75	0/4
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	SYT64-08	2.50	0/4
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB47-01	2.50	0/4

^{1/} ระดับการเจริญของเส้นใยบนกลุ่มไข่

ระดับ 1 ไม่พบเส้นใยของเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (not colonized) ของเชื้อรา

ระดับ 2 พบเส้นใยเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (colonized) แต่เส้นใยไม่ปกคลุมกลุ่มไข่ทั้งหมด

ระดับ 3 พบเส้นใยเชื้อราเจริญปกคลุมกลุ่มไข่ (fully colonization) หนาแน่นจนมองไม่เห็นกลุ่มไข่

^{2/} กลุ่มไข่ที่มีเชื้อราเจริญปกคลุม แล้วนำไปทดสอบกับถั่วเขียว (4 กลุ่มไข่) ที่ยังสามารถทำให้เกิดปมที่รากได้

ตารางที่ 6 ระดับการเจริญเติบโตของเชื้อราไอโซเลตต่างๆ บนกลุ่มไข่ไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้น และการคงสภาพของกลุ่มไข่ (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	กลุ่มไข่	
		ระดับการเจริญบนกลุ่มไข่ ^{1/}	การเกิดปมที่รากถั่วเขียว ^{2/}
<i>Talaromyces flavus</i>	SSK49-07	2.67	2/4
<i>Trichoderma harzianum</i>	EUB31-03	2.55	2/4
<i>Trichoderma harzianum</i>	ESR56-03	2.50	0/4
<i>Trichoderma harzianum</i>	SSK51-01	2.58	0/4
<i>Trichoderma harzianum</i>	SUB34-10	2.58	1/4
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB34-01	2.50	0/4
<i>Trichoderma hamatum</i>	ESR57-10	2.50	1/4
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB66-03	2.63	2/4
<i>Trichoderma hamatum</i>	SSR79-12	3.00	0/4
<i>Trichoderma</i> sp.	ESR56-06	2.50	0/4
<i>Trichoderma</i> sp.	SNM26-14	2.63	0/4
<i>Torulomyces</i> sp.	SUB41-14	2.50	0/4
NI ^{3/}	SUB33-06	2.58	0/4
NI	SUB35-12	2.58	0/4
NI	SUB40-05	2.58	0/4
NI	EUB25-07	2.56	0/4
NI	EUB30-10	2.58	0/4
NI	SYT10-04	2.75	0/4

^{1/} ระดับการเจริญของเส้นใยบนกลุ่มไข่

ระดับ 1 ไม่พบเส้นใยของเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (not colonized) ของเชื้อรา

ระดับ 2 พบเส้นใยเชื้อราเจริญบนกลุ่มไข่ (colonized) แต่เส้นใยไม่ปกคลุมกลุ่มไข่ทั้งหมด

ระดับ 3 พบเส้นใยเชื้อราเจริญปกคลุมกลุ่มไข่ (fully colonization) หนาแน่นจนมองไม่เห็นกลุ่มไข่

^{2/} กลุ่มไข่ที่มีเชื้อราเจริญปกคลุม แล้วนำไปทดสอบกับถั่วเขียว (4 กลุ่มไข่) ที่ยังสามารถทำให้เกิดปมที่รากได้

^{3/} ไม่พบการสร้างสปอร์

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพของเชื้อราในดินต่อการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้น

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ถูกทำลาย	การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม		
			C (%)	T (%)	HR (%)
<i>Alternaria lunata</i>	EUB27-16	1.60 ± 1.77	70.85	63.71	10.08 ± 9.76
<i>Aspergillus niger</i>	EUB48-07	8.80 ± 4.44	80.96	60.02	25.86 ± 4.84
<i>Aspergillus niger</i>	SYT64-06	3.69 ± 4.31	85.96	87.13	-1.36 ± 5.75
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK17-08	11.71 ± 2.42	92.01	84.04	8.66 ± 8.10
<i>Aspergillus oryzae</i>	SUB68-03	16.71 ± 4.91	88.27	89.05	-0.88 ± 9.43
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK19-06	10.61 ± 8.45	94.11	93.43	0.72 ± 12.85
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB28-08	12.95 ± 5.62	85.96	85.86	0.12 ± 6.53
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB41-12	23.93 ± 2.57	90.71	87.11	3.97 ± 3.73
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-05	4.68 ± 2.82	85.96	86.94	-1.14 ± 5.21
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-10	1.97 ± 1.37	89.63	97.88	-9.20 ± 8.05
<i>Auriobasidium</i> sp.	SSR61-07	2.19 ± 1.06	80.96	89.31	-10.31 ± 2.86
<i>Botrytis</i> sp.	SSK18-03	38.45 ± 2.38	87.50	79.37	9.29 ± 10.37
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-07	7.18 ± 2.96	70.85	67.70	4.45 ± 6.42
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-12	10.28 ± 3.52	94.11	94.30	-0.20 ± 16.44
<i>Fusarium</i> sp.	EYT07-01	11.65 ± 6.10	90.71	85.87	5.34 ± 4.97
<i>Geotrichum candidum</i>	SUB34-11	3.77 ± 2.92	90.71	86.54	4.60 ± 5.00
<i>Geotrichum candidum</i>	SSK49-17	20.17 ± 1.19	88.27	90.28	-2.28 ± 12.82
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SYT46-11	84.08 ± 2.78	87.81	58.79	33.05 ± 7.57
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SNM01-06	48.60 ± 5.02	72.19	66.30	8.15 ± 6.33
<i>Metarhizium anisopliae</i>	SUB34-06	33.60 ± 9.92	85.96	91.93	-6.95 ± 1.58
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	EUB48-06	23.88 ± 4.44	89.86	41.42	53.91 ± 3.84
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	SSK51-02	7.13 ± 2.62	80.96	73.37	9.38 ± 9.02
<i>Paecilomyces</i> sp.	SSR53-09	46.97 ± 4.10	72.19	63.74	11.71 ± 10.98
<i>Paecilomyces</i> sp.	ESR24-01	44.11 ± 5.21	89.86	69.25	22.94 ± 3.44

C = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมของชุดเปรียบเทียบ

T = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่ได้สปอร์เชื้อรา

HR = เปอร์เซ็นต์การลดการฟักไข่

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพของเชื้อราในดินต่อการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้น (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์ไข่ที่ ถูกทำลาย	การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม		
			C (%)	T (%)	HR (%)
<i>Penicillium digitatum</i>	EUB25-03	43.63 ± 15.05	85.50	82.93	3.00 ± 5.48
<i>Penicillium digitatum</i>	ESR24-05	3.68 ± 2.41	89.63	94.05	-4.93 ± 5.94
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB34-04	28.68 ± 10.77	72.19	63.30	12.31 ± 8.20
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB40-04	16.33 ± 5.47	80.96	70.85	12.49 ± 6.29
<i>Penicillium fungiculosum</i>	SSK51-03	23.33 ± 4.85	92.01	85.93	6.61 ± 6.24
<i>Penicillium funiculosum</i>	SSR62-12	10.92 ± 3.47	70.85	67.84	4.25 ± 8.06
<i>Penicillium islandicum</i>	SUB37-04	3.40 ± 2.57	70.85	63.06	11.00 ± 10.15
<i>Penicillium marneffeii</i>	SUB33-13	51.21 ± 5.19	81.94	75.33	8.07 ± 4.98
<i>Penicillium nigrican</i>	SYT09-11	13.20 ± 5.35	85.96	85.08	1.02 ± 5.20
<i>Penicillium purpurogenum</i>	EYT07-08	11.60 ± 4.05	89.86	79.69	11.32 ± 4.89
<i>Penicillium restrictum</i>	SYT65-03	11.79 ± 6.50	92.01	82.47	10.37 ± 7.68
<i>Penicillium spinulosum</i>	SYT46-07	32.46 ± 2.67	75.50	70.28	6.91 ± 9.42
<i>Penicillium variable</i>	EUB25-04	14.14 ± 5.05	70.85	54.48	23.11 ± 15.55
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EYT35-09	40.08 ± 1.62	70.85	57.71	18.55 ± 12.38
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB26-02	62.97 ± 10.31	72.19	62.05	14.05 ± 10.78
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB26-08	66.39 ± 5.15	88.31	69.71	21.06 ± 6.10
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	SYT64-08	42.28 ± 5.35	89.63	82.44	8.02 ± 7.38
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB47-01	49.84 ± 7.17	87.41	71.82	17.84 ± 9.43
<i>Talaromyces flavus</i>	SSK49-07	61.84 ± 12.27	72.19	68.12	5.64 ± 12.68
<i>Trichoderma harzianum</i>	EUB31-03	22.82 ± 4.98	90.71	85.53	5.71 ± 4.71
<i>Trichoderma harzianum</i>	ESR56-03	11.56 ± 4.42	92.01	82.27	10.59 ± 7.51
<i>Trichoderma harzianum</i>	SSK51-01	19.66 ± 7.75	90.71	86.47	4.67 ± 5.66
<i>Trichoderma harzianum</i>	SUB34-10	16.60 ± 2.74	81.15	77.50	4.50 ± 11.17

C = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมของชุดเปรียบเทียบ

T = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่ได้สปอร์เชื้อรา

HR = เปอร์เซ็นต์การลดการฟักไข่

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพของเชื้อราในดินต่อการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม

Meloidogyne incognita บนอาหารวุ้น (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์ไข่ ที่ถูกทำลาย	การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม		
			C (%)	T (%)	HR (%)
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB34-01	8.40 ± 3.71	80.96	72.74	10.15 ± 3.45
<i>Trichoderma hamatum</i>	ESR57-10	11.94 ± 7.39	94.11	91.38	2.90 ± 11.10
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB66-03	25.29 ± 8.23	81.94	77.20	5.78 ± 3.47
<i>Trichoderma hamatum</i>	SSR79-12	17.73 ± 4.00	81.94	75.40	7.98 ± 3.46
<i>Trichoderma</i> sp.	ESR56-06	47.44 ± 4.79	80.96	72.81	10.06 ± 1.95
<i>Trichoderma</i> sp.	SNM26-14	21.57 ± 7.43	81.15	73.76	9.10 ± 2.02
<i>Torulomyces</i> sp.	SUB41-14	7.62 ± 4.20	81.15	62.99	22.38 ± 11.40
NI ^{II}	SUB33-06	5.46 ± 3.73	89.63	91.11	-1.65 ± 12.27
NI	SUB35-12	25.50 ± 7.18	90.71	87.11	3.97 ± 4.02
NI	SUB40-05	2.94 ± 1.53	70.85	67.84	4.24 ± 16.40
NI	EUB25-07	20.09 ± 3.59	81.15	74.34	8.39 ± 8.44
NI	EUB30-10	3.79 ± 2.13	70.85	72.40	-2.19 ± 13.79
NI	SYT10-04	4.87 ± 2.39	85.96	93.34	-8.58 ± 6.06

C = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมของชุดเปรียบเทียบ

T = เปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่ใส่สปอร์เชื้อรา

HR = เปอร์เซ็นต์การลดการฟักไข่

^{II} = ไม่พบการสร้างสปอร์

3. ประสิทธิภาพเชื้อราในการควบคุมการเกิดปมในถั่วเขียวในเรือนทดลอง

จากการประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่ระบบรากและนำไปวิเคราะห์เป็นเปอร์เซ็นต์การควบคุมการเกิดปมที่รากถั่วเขียวของเชื้อราจำนวน 60 ไอโซเลต พบเชื้อราจำนวน 55 ไอโซเลตที่แสดงผลในการควบคุมการเกิดปมที่รากถั่วเขียวตั้งแต่ร้อยละ 7.29-95.83 ซึ่งในจำนวนนี้มีเชื้อราจำนวน 8 ไอโซเลตที่ควบคุมการเกิดปมได้มากกว่าร้อยละ 90 และจำนวน 23 ไอโซเลตที่ควบคุมการเกิดปมได้ระหว่างร้อยละ 50 ถึง 90 โดยเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB47-01 สามารถควบคุมการเกิดปมที่รากดีที่สุด คือร้อยละ 95.83 และมีเชื้อรา 4 ไอโซเลตที่ไม่สามารถควบคุมการเกิดปมที่รากได้เลย คือเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลต SUB34-06, *As. parasiticus*

ไอโซเลต SUB28-08, *Pe. restrictum* ไอโซเลต SYT65-03 และ *Torulomyces* sp. SUB41-14 (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การควบคุมการเกิดปมที่รากแก้วเขียวของเชื้อราจำนวน 60 ไอโซเลต ที่ปลูก ร่วมกับกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ในเรือนทดลอง

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์การเกิด ปมที่ราก	เปอร์เซ็นต์การลดการเกิด ปมที่ราก
<i>Alternaria lunata</i>	EUB27-16	6.50 g-l ^{1/}	84.38
<i>Aspergillus niger</i>	EUB48-07	5.00 f-l	90.63
<i>Aspergillus niger</i>	SYT64-06	33.75 a-h	36.46
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK17-08	16.25 a-l	63.96
<i>Aspergillus oryzae</i>	SUB68-03	18.75 a-j	60.42
<i>Aspergillus oryzae</i>	SSK19-06	2.50 j-l	94.79
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB28-08	58.75 a-c	-27.08
<i>Aspergillus parasiticus</i>	SUB41-12	6.00 c-l	87.29
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-05	7.75 b-l	85.83
<i>Aspergillus parasiticus</i>	EYT07-10	7.50 a-l	84.38
<i>Auriobasidium</i> sp.	SSR61-07	15.25 a-l	68.33
<i>Botrytis</i> sp.	SSK18-03	45.00 a-c	10.00
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-07	26.50 a-j	49.38
<i>Fusarium oxysporum</i>	EYT07-12	3.00 g-l	94.17
<i>Fusarium</i> sp.	EYT07-01	15.00 c-l	73.96
<i>Geotrichum candidum</i>	SUB34-11	35.75 a-h	27.29
<i>Geotrichum candidum</i>	SSK49-17	3.50 e-l	92.50
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SYT46-11	23.75 a-l	55.21
<i>Lecanicillium tenuipes</i>	SNM01-06	12.00 d-l	78.96
<i>Metarhizium anisopliae</i>	SUB34-06	50.00 a-c	0.00

^{1/} แปลงข้อมูลเป็นค่า arc.sine ก่อนนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย คำนวณที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันใน แนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (DMRT, P>0.05)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การควบคุมการเกิดปมที่รากแก้วเขียวของเชื้อราจำนวน 60 ไอโซเลต ที่ปลูก
ร่วมกับกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในเรือนทดลอง (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์การเกิด ปมที่ราก	เปอร์เซ็นต์การลดการ เกิดปมที่ราก
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	EUB48-06	3.25 kl ^{1/}	92.50
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	SSK51-02	45.00 a-c	8.33
<i>Paecilomyces</i> sp.	SSR53-09	26.25 a-i	43.75
<i>Paecilomyces</i> sp.	ESR24-01	26.25 a-l	42.71
<i>Penicillium digitatum</i>	EUB25-03	27.50 a-l	39.58
<i>Penicillium digitatum</i>	ESR24-05	7.00 a-l	84.17
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB34-04	35.00 a-j	27.08
<i>Penicillium frequentans</i>	SUB40-04	43.75 a-h	8.33
<i>Penicillium fungiculosum</i>	SSK51-03	10.25 g-l	75.42
<i>Pennicillium funiculosum</i>	SSR62-12	33.75 a-g	25.00
<i>Penicillium islandicum</i>	SUB37-04	8.75 a-l	80.21
<i>Penicillium marneffeii</i>	SUB33-13	22.00 a-l	48.13
<i>Penicillium nigriscan</i>	SYT09-11	33.50 a-f	26.67
<i>Penicillium purpurogenum</i>	EYT07-08	21.25 a-i	54.17
<i>Pennicillium restrictum</i>	SYT65-03	60.00 a	-26.04
<i>Penicillium spinulosum</i>	SYT46-07	24.50 a-k	48.13
<i>Penicillium variable</i>	EUB25-04	11.25 a-l	76.04
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EYT35-09	8.75 a-l	81.25
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB26-02	30.00 a-j	40.63
<i>Pochoniachlamydosporia</i>	EUB26-08	40.00 a-d	25.00
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB64-08	32.50 a-g	29.17
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	EUB47-01	2.50 j-l	95.83

^{1/} แปลงข้อมูลเป็นค่า arc.sine ก่อนนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันใน
แนวตั้งเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (DMRT, P>0.05)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การควบคุมการเกิดปมที่รากแก้วเขียวของเชื้อราจำนวน 60 ไอโซเลต ที่ปลูก
ร่วมกับกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในเรือนทดลอง (ต่อ)

ชนิดเชื้อรา	ไอโซเลต	เปอร์เซ็นต์การเกิด ปมที่ราก	เปอร์เซ็นต์การลดการเกิด ปมที่ราก
<i>Talaromyces flavus</i>	SSK49-07	22.50 a-h ^{1/}	52.08
<i>Trichoderma harzianum</i>	EUB31-03	5.00 l	87.50
<i>Trichoderma harzianum</i>	ESR56-03	28.75 a-g	40.63
<i>Trichoderma harzianum</i>	SSK51-01	15.75 a-l	71.04
<i>Trichoderma harzianum</i>	SUB34-10	38.25 a-h	27.29
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB34-01	33.75 a-g	22.92
<i>Trichoderma hamatum</i>	ESR57-10	27.50 a-j	46.88
<i>Trichoderma hamatum</i>	SUB66-03	46.25 a-c	7.29
<i>Trichoderma hamatum</i>	SSR79-12	35.00 a-d	20.83
<i>Trichoderma</i> sp.	ESR56-06	10.00 d-l	76.04
<i>Trichoderma</i> sp.	SNM26-14	33.75 a-d	25.00
<i>Torulomyces</i> sp.	SUB41-14	50.00 a	-5.21
NS ^{2/}	SUB33-06	42.50 a-c	8.33
NS	SUB35-12	5.00 c-l	89.58
NS	SUB40-05	18.50 a-j	61.04
NS	EUB25-07	15.00 f-l	72.92
NS	EUB30-10	2.75 i-l	95.56
NS	SYT10-04	3.75 h-l	92.71
control		50.00 ab	0.00
F-test		**	
C.V. (%)		38.9	

^{1/} แปลงข้อมูลเป็นค่า arc.sine ก่อนนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันใน
แนวดังเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (DMRT, P>0.05)

^{2/} ไม่พบการสร้างสปอร์

4. การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราในการควบคุมโรครากปมของพริกในเรือนทดลอง

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการเข้าเจริญคลุ่มกลุ่มไข่ และไข่ เพอร์เซ็นต์การฟักออกมาของ J2 และประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดปมในรากถั่วเขียวในเรือนทดลอง สามารถคัดเลือกเชื้อราได้จำนวน 11 ไอโซเลต ซึ่งเป็นเชื้อราที่แยกได้จากทั้งกลุ่มไข่และจากตัวอย่างดิน ได้แก่ เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 และ SNM01-06, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08, EUB26-02, EYT35-09 และ EUB47-01, *T. flavus* ไอโซเลต SSK49-07, *Pe. marneffei* ไอโซเลต SUB33-13, *Paecilomyces* sp. ไอโซเลต SSR53-09, *Pa. Lilacinus* ไอโซเลต EUB48-06 และ *Trichoderma* sp. ไอโซเลต ESR56-06 จากการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ความสูง น้ำหนักต้นสด และจำนวนประชากรของพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราพร้อมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับกระถางที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และพบว่าความสูง น้ำหนักต้นสด และปริมาณไส้เดือนฝอยในพริกที่ใส่ไส้เดือนลงไปอย่างเดียวนั้น เปรียบเทียบกับพริกที่ไม่ใส่ทั้งไส้เดือนฝอยและเชื้อรานั้น แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) เช่นกัน ไอโซเลตของเชื้อรา และระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อรา ทำให้การเจริญเติบโตของพริกและจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อราและระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อราที่ใช้ศึกษาประสิทธิภาพ (ตารางที่ 9)

4.1 ความสูงของลำต้น

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความสูงของต้นพริก พบว่า ความสูงของพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราพร้อมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) เชื้อราแต่ละไอโซเลต รวมทั้งระดับความเข้มข้นสปอร์ ทำให้พริกมีความสูงของลำต้นแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) เช่นเดียวกับปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อราที่ใช้ศึกษามีผลต่อความสูงของพริก (ตารางที่ 9) โดยเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 ทำให้พริกมีความสูงมากที่สุดคือ 37.38 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 และเชื้อ *Pe. marneffei* ไอโซเลต SUB33-13 ที่ทำให้พริกมีความสูง 36.81 และ 36.25 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว (29.81 เซนติเมตร) ส่วนระดับความเข้มข้นของสปอร์เชื้อราในอัตรา 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิตร ทำให้พริกมีความสูงมากที่สุด คือ 35.73 เซนติเมตร รองลงได้แก่ระดับความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิตร ที่ทำให้พริกมีความสูง 34.73 เซนติเมตร และเมื่อดูปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับระดับความเข้มข้นของสปอร์ที่ใช้ พบว่าเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 อัตราความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อ

มิลลิลิตร มีผลทำให้พริกมีความสูงมากที่สุดคือ 41.50 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่เชื้อ *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 อัตราความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ ไอโซเลต EUB47-01 อัตรา 1×10^7 ที่ทำให้พริกมีความสูง 41.25 และ 40.50 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

4.2 น้ำหนักต้นสด

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นสดของต้นพริก พบว่า น้ำหนักต้นสดของพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราพร้อมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เชื้อราแต่ละไอโซเลตรวมทั้งระดับความเข้มข้นสปอร์ทำให้พริกมีน้ำหนักต้นสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรา และระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อรา มีผลต่อน้ำหนักต้นสด (ตารางที่ 9)

โดยเชื้อรา *T. flavus* ไอโซเลต SSK49-07 ทำให้พริกมีน้ำหนักต้นสดมากที่สุดคือ 45.24 กรัม รองลงมาได้แก่เชื้อ *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 และ *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 ที่ต้นพริกสดมีน้ำหนัก 37.20 และ 33.29 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว (20.87 กรัม) เช่นเดียวกับที่พบว่าระดับความเข้มข้นของสปอร์เชื้อราที่ระดับ 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำให้พริกมีน้ำหนักต้นสดมากที่สุด คือ 33.52 กรัม รองลงมาได้แก่ ระดับความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ 3×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่ทำให้พริกมีน้ำหนักต้นสด 31.94 และ 28.30 กรัม ตามลำดับ และเมื่อดูปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับอัตราความเข้มข้นของสปอร์ พบว่าเชื้อรา *T. flavus* ไอโซเลต SSK49-07 อัตราความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีผลให้พริกมีน้ำหนักต้นสดมากที่สุดคือ 52.08 กรัม รองลงมาได้แก่เชื้อ *T. flavus* ไอโซเลต SSK49-07 ในอัตราความเข้มข้น 3×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และเชื้อ *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 อัตราความเข้มข้น 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่ทำให้พริกมีน้ำหนักต้นสด 49.43 และ 49.02 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 9 ค่าความแปรปรวนของความสูง น้ำหนักต้นสด ความรุนแรงในการเกิดปมที่ราก จำนวนตัวอ่อน (J2) ไข่เดือนฝอยในดิน และจำนวนไข่ในราก
 พริกพันธุ์หัวเรือที่ 60 วัน หลังปลูกเชื้อรา 12 ไอโซเลต ในระดับความเข้มข้นต่างๆร่วมกับไข่เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในเรือน
 ปลูกพืชทดลองจากวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

Source of variation	df	Mean square			
		ความสูง	น้ำหนักต้นสด	เปอร์เซ็นต์การเกิดปม	จำนวน J2 ในดิน
Treatment	49				จำนวนไข่ในราก
(F+N) vs. C1	1	38.44**	301.91**	3,822.89**	4.16**
C1 vs. C2	1	435.27**	1,199.03**	6,903.13**	11.20**
Among (Factorial)	47				
F	11	99.04**	700.11**	668.54**	2.19**
C	3	176.93**	391.38**	2,816.06**	0.97**
F x C	33	54.15**	390.45**	540.80**	0.81**
Error	144	15.80	12.97	108.74	0.06
Total	193				13.56
C.V. (%)		12.0	12.0	39.2	18.7
					9.7

F = เชื้อรา 12 ไอโซเลต
 C1 = แปลงพริกที่ใส่ไข่เดือนฝอยอย่างเดียว
 N = ไข่เดือนฝอยรากปม จำนวน 3,000 ไข่/ กระถาง
 C = ปริมาณสปอร์ 4 ระดับ : 1×10^7 , 3×10^7 , 5×10^7 และ 7×10^7 สปอร์/กระถาง
 C2 = พริกที่ไม่ใส่ทั้งเชื้อราและไข่เดือนฝอย
 ** = มีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 10 ความสูง (เซนติเมตร) ของพริกพันธุ์หัวเรือที่ได้รับการปลูกเชื้อราแต่ละไอโซเลต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพเรือนทดลอง

ไอโซเลตเชื้อรา	ระดับความเข้มข้น (สปอร์/กระถาง)				ค่าเฉลี่ยความ เข้มข้น ^{1/}
	1x10 ⁷	3x10 ⁷	5x10 ⁷	7x10 ⁷	
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SYT46-11)	37.00 a-h ^{3/}	32.00 e-o	36.75 a-i	41.50 a	36.81 A ^{2/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	38.75 a-e	27.00 m-p	29.00 k-p	36.25 a-i	32.75 BC
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-02)	36.75 a-i	39.00 a-d	32.50 c-o	41.25 a	37.38 A
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	31.75 f-o	32.75 c-n	29.75 i-p	37.25 a-g	32.88 BC
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB47-01)	40.50 ab	33.75 b-m	29.25 j-p	24.25 p	31.94 BC
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	35.75 a-k	30.50 g-p	25.75 op	27.25 m-p	29.81 C
<i>Talaromyces flavus</i> (SSK49-07)	36.75 a-i	32.75 c-n	30.25 h-p	33.75 b-m	33.38 B
<i>Penicillium marneffeii</i> (SUB33-13)	35.50 a-k	39.25 a-c	37.75 a-f	32.50 c-o	36.25 A
<i>Trichoderma</i> sp. (ESR56-06)	30.75 g-p	32.75 c-n	27.25 m-p	34.25 b-l	31.25 BC
<i>Paecilomyces</i> sp. (SSR53-09)	30.00 h-p	31.50 f-o	29.00 k-p	32.25 d-o	30.69 BC
<i>Paecilomyces</i> sp. (EUB48-06)	35.75 a-k	26.25 n-p	33.50 c-m	36.00 a-j	32.88 BC
<i>Paecilomyces</i> sp. (BIOTEC)	30.75 g-p	30.00 i-p	28.50 l-p	34.75 a-l	31.00 BC
ค่าเฉลี่ยไอโซเลต	35.00 A ^{2/}	32.92 B	30.77 B	34.27 A	
Nematode only					29.81
Uninoculated					44.56
C.V. (%)					12.0

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 น้ำหนักต้นสด (กรัม) ของพริกพันธุ์หัวเรือที่ได้รับการปลูกเชื้อราแต่ละไอโซเลต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพเรือนทดลอง

ไอโซเลตเชื้อรา	ระดับความเข้มข้น (สปอร์/กระถาง)				ค่าเฉลี่ยความ เข้มข้น ^{1/}
	1x10 ⁷	3x10 ⁷	5x10 ⁷	7x10 ⁷	
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SYT46-11)	28.28 l-q ^{2/}	28.59 l-p	49.02 a-c	42.91 d-f	37.20 B ^{3/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	21.43 r-u	30.14 j-n	20.50 s-v	30.25 j-n	25.58 EF
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-02)	30.08 j-n	39.52 f-h	26.87 l-r	36.67 hi	33.29 C
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	27.76 l-q	35.57 h-j	23.67 o-u	30.78 j-m	29.44 D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB47-01)	48.20 a-d	25.46 m-s	22.84 p-u	11.37 x	26.97 DE
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	45.44 b-e	19.23 t-w	22.40 g-u	12.35 x	24.85 EF
<i>Talaromyces flavus</i> (SSK49-07)	37.07 g-i	49.43 ab	42.37 e-g	52.08 a	45.24 A
<i>Penicillium marneffeii</i> (SUB33-13)	32.49 i-l	28.43 l-q	36.05 h-j	43.72 c-f	35.17 BC
<i>Trichoderma</i> sp. (ESR56-06)	21.22 r-u	15.22 v-x	12.81 x	43.87 b-f	23.28 F
<i>Paecilomyces</i> sp. (SSR53-09)	35.82 h-j	24.45 n-t	18.37 u-w	14.55 wx	23.29 F
<i>Paecilomyces</i> sp. (EUB48-06)	38.52 f-h	11.74 x	30.36 j-n	27.78 l-q	27.10 DE
<i>Paecilomyces</i> sp. (BIOTEC)	29.15 k-o	23.67 o-u	22.91 p-u	34.66 h-k	27.60 DE
ค่าเฉลี่ยไอโซเลต	32.95 A ^{2/}	27.62 B	27.35 B	31.75 A	
Nematode only					20.87
Uninoculated					45.36
C.V. (%)					12.0

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

4.3 ความรุนแรงของการเกิดปมที่ราก

เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากพริก พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เชื้อราแต่ละไอโซเลต รวมทั้งระดับความเข้มข้นสปอร์ ทำให้พริกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อราและระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อรามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดปม (ตารางที่ 9) โดยเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09 ควบคุมการเกิดปมที่รากพริกได้สูงที่สุด คือมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากต่ำสุดเพียงร้อยละ 13.94 รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ และเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากร้อยละ 15.88 และ 23.44 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 58.75) เช่นเดียวกับที่พบว่า อัตราความเข้มข้นของสปอร์เชื้อราที่อัตรา 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ทำให้พริกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่รากต่ำที่สุดคือร้อยละ 17.43 รองลงมาได้แก่ อัตราความเข้มข้น 5×10^7 และ 3×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์เกิดปมที่รากร้อยละ 28.57 และ 29.52 ตามลำดับ และเมื่อดูปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับระดับความเข้มข้นของสปอร์ พบว่าเชื้อรา *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ อัตรา 7×10^7 และ 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์เกิดปมที่รากต่ำสุด คือร้อยละ 3.50 และ 5.00 ตามลำดับ รองลงมาได้เชื้อ *Pe. marneffeii* ไอโซเลต SUB33-13 ที่อัตราความเข้มข้น 3×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์เกิดปมที่รากร้อยละ 6.0 (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 เปรอร์เซ็นต์ความรุนแรงของการเกิดปมที่รากพริกพันธุ์หัวเรือที่ได้รับการปลูกเชื้อรา
แต่ละไอโซเลตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม
Meloidogyne incognita ในสภาพเรือนทดลอง

ไอโซเลตเชื้อรา	ระดับความเข้มข้น (สปอร์/กระถาง)				ค่าเฉลี่ยความ เข้มข้น ^{1/}
	1x10 ⁷	3x10 ⁷	5x10 ⁷	7x10 ⁷	
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SYT46-11)	25.00 e-k ^{2/}	46.25 a-c	45.00 a-d	18.75 f-m	33.75 A ^{3/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	11.25 j-m	20.00 f-m	28.75 c-j	33.75 a-g	23.44 D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-02)	51.25 a	17.50 g-m	40.00 a-e	12.50 i-m	30.31 A-D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	48.75 ab	40.00 a-e	25.00 e-k	8.75 k-m	30.63 A-D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB47-01)	36.25 a-f	25.00 e-k	46.25 a-c	8.75 k-m	29.06 A-D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	12.00 i-m	17.50 g-m	11.25 j-m	15.00 h-m	13.94 E
<i>Talaromyces flavus</i> (SSK49-07)	46.25 a-c	31.25 b-h	20.00 f-m	10.75 j-m	27.06 A-D
<i>Penicillium marneffei</i> (SUB33-13)	28.75 c-j	27.50 d-j	38.75 a-e	6.00 lm	25.25 B-D
<i>Trichoderma</i> sp. (ESR56-06)	23.75 e-l	45.00 a-d	28.75 c-j	31.25 b-h	32.19 A-C
<i>Paecilomyces</i> sp. (SSR53-09)	48.75 ab	43.75 a-d	23.75 e-l	17.50 g-m	33.44 AB
<i>Paecilomyces</i> sp. (EUB48-06)	32.50 b-h	15.75 g-m	28.75 c-j	18.75 f-m	23.94 CD
<i>Paecilomyces</i> sp. (BIOTEC)	30.00 c-i	25.00 e-k	5.00 m	3.50 m	15.88 E
ค่าเฉลี่ยไอโซเลต	32.38 A ^{2/}	29.54 AB	28.44 B	15.44 C	
Nematode only					58.75
Uninoculated					0.00
C.V. (%)					39.2

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปรอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปรอร์เซ็นต์ โดยวิธี DMRT

4.4 จำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปม (J2) ในดิน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจำนวน J2 ในดินที่ปลูกพริก พบว่า จำนวน J2 ในดินปลูกพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราพร้อมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เชื้อราแต่ละไอโซเลต รวมทั้งระดับความเข้มข้นสปอร์ของเชื้อรา ทำให้มีจำนวน J2 ในดินแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อรามีผลต่อจำนวน J2 ในดิน (ตารางที่ 9) โดยดินปลูกที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 มีจำนวน J2 ในดินต่ำที่สุดคือ 544.88 ตัว รองลงมาได้แก่ดินปลูกที่ใส่เชื้อ *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ เชื้อรา *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ ที่พบจำนวน J2 ในดิน 752.13 และ 1,006.13 ตัว ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว (2,366.80) ตัว เช่นเดียวกับที่พบว่าการใช้อัตราความเข้มข้นของสปอร์เชื้อรา 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบจำนวน J2 ในดินน้อยที่สุดคือ 1,148.88 ตัว รองลงมาได้แก่อัตรา 3×10^7 และ 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่พบจำนวน J2 ในดิน 1,236.46 และ 1,356.16 ตัว ตามลำดับ ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับอัตราความเข้มข้นของสปอร์ พบว่าเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 ที่ความเข้มข้น 3×10^7 และ 1×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร สามารถลดจำนวน J2 ได้ดีที่สุด โดยพบเพียง 276.50 และ 303.00 ตัว ตามลำดับ รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 ที่อัตราความเข้มข้น 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่พบจำนวน J2 ในดินจำนวน 460 ตัว (ตารางที่ 13)

4.5 จำนวนไข่ไส้เดือนฝอยรากปมในรากพริก

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ในรากพริกน้ำหนัก 1 กรัม พบว่า จำนวนไข่ในรากพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราพร้อมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมลงไปเพียงอย่างเดียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เชื้อราแต่ละไอโซเลต รวมทั้งระดับความเข้มข้นสปอร์ ทำให้พริกมีจำนวนไข่ในรากแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างไอโซเลตเชื้อราและระดับความเข้มข้นสปอร์เชื้อรามีผลต่อจำนวนไข่ที่อยู่ในรากพริก (ตารางที่ 9) โดยเชื้อ *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ สามารถลดจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยรากปมได้มากที่สุด โดยตรวจพบเพียง 26,356 ตัว รองลงมาได้แก่เชื้อ *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ ไอโซเลต EUB26-02 ที่พบจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยรากปมในราก 33,053 และ 33,777 ตัว ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว (62,526 ไข่) เช่นเดียวกับที่พบว่าความเข้มข้นของสปอร์ที่ใช้ในแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน โดยอัตราความเข้มข้นสปอร์ 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบจำนวนไข่ไส้เดือนฝอย

รากปมในรากน้อยที่สุดคือ 22,747 ตัว รองลงมาได้แก่อัตราความเข้มข้น 3×10^7 และ 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่พบจำนวนไขในราก 39,820 และ 42,670 ตัว ตามลำดับ และเมื่อปฏิบัติการสัมพันธระหว่างไอโซเลตเชื้อรากับอัตราความเข้มข้นของสปอร์ พบว่าเชื้อรา *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ อัตราความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตรสามารถลดจำนวนไขได้เดือนฝอยรากปมในรากได้มากที่สุดโดยตรวจพบเพียง 3,951 ตัว รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Pe. marneffei* ไอโซเลต SUB33-13 อัตราความเข้มข้น 7×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตรและ เชื้อรา *Pa. lilacinus* จากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ อัตราความเข้มข้น 5×10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่พบจำนวนไข 6,871 และ 9,840 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 13 จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ในดินปลูกพริกพันธุ์หัวเรือ (300 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ร่วมกับเชื้อราแต่ละไอโซเลตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพเรือนทดลอง

ไอโซเลตเชื้อรา	ระดับความเข้มข้น (สปอร์/กระถาง)				ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ^{1/}
	1x10 ⁷	3x10 ⁷	5x10 ⁷	7x10 ⁷	
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SYT46-11)	1,865.00 cd ^{2/}	1,352.50 h-m	1,582.00 c-j	1,439.50 e-k	1,559.75 B ^{3/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	303.00 tu	276.50 u	1,150.50 k-p	449.50 s-u	544.88 E
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-02)	1,751.00 c-h	1,329.00 i-m	2,966.50 a	1,094.75 k-q	1,785.31 A
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	1,353.50 h-m	716.00 q-s	460.00 s-u	479.00 s-u	752.13 D
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB47-01)	1,783.00 c-g	1,251.50 i-n	1,426.50 f-l	1,461.50 d-k	1,480.63 B
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	1,653.50 c-i	1,204.00 j-o	770.50 p-s	940.50 m-r	1,142.13 C
<i>Talaromyces flavus</i> (SSK49-07)	1,491.00 d-k	1,406.00 f-l	2,273.00 b	1,150.00 k-p	1,580.00 B
<i>Penicillium marneffe</i> (SUB33-13)	1,435.00 f-k	1,623.00 c-j	1,287.50 i-n	1,504.50 d-k	1,462.50 B
<i>Trichoderma</i> sp. (ESR56-06)	1,812.50 c-f	1,009.00 l-r	1,014.50 l-r	1,916.00 c	1,438.00 B
<i>Paecilomyces</i> sp. (SSR53-09)	1,336.00 h-m	1,786.00 c-g	1,374.00 g-l	1,642.50 c-i	1,534.63 B
<i>Paecilomyces</i> sp. (EUB48-06)	1,854.50 c-e	1,140.50 k-p	1,855.75 c-e	689.00 r-t	1,384.94 B
<i>Paecilomyces</i> sp. (BIOTEC)	809.00 o-s	1,818.50 c-f	502.50 s-u	894.50 n-r	1,006.13 C
ค่าเฉลี่ยไอโซเลต	1,453.92 A ^{3/}	1,242.71 B	1,388.60 A	1,138.44 C	
Nematode only					2,366.80
Uninoculated					0.00
C.V. (%)					18.7

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 จำนวนไข่ไส้เดือนฝอยรากปมในรากพริก (1 กรัม) ที่ได้รับการปลูกเชื้อราแต่ละไอโซเลต ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในสภาพเรือนทดลอง

ไอโซเลตเชื้อรา	ระดับความเข้มข้น (สปอร์/กระถาง)				ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ^{1/}
	1x10 ⁷	3x10 ⁷	5x10 ⁷	7x10 ⁷	
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SYT46-11)	49,669 fg ^{2/}	53,021 ef	66,503 ab	24,068 m	48,315 AB ^{3/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	10,147 p-r	26,922 m	41,859 h-j	66,893 a	36,455 DE
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-02)	66,107 ab	18,443 no	42,158 h-j	8,399 q-s	33,777 EF
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	32,138 l	37,180 j-l	38,127 i-k	24,766 m	33,053 F
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB47-01)	54,663 d-f	66,344 ab	54,901 d-f	9,539 p-s	46,362 B
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	45,621 gh	66,764 a	25,875 m	14,423 op	38,171 CD
<i>Talaromyces flavus</i> (SSK49-07)	62,437 a-c	22,956 mn	46,300 gh	13,365 o-q	36,264 DE
<i>Penicillium marneffei</i> (SUB33-13)	59,878 cd	24,403 m	67,119 a	6,871 rs	39,568 C
<i>Trichoderma</i> sp. (ESR56-06)	35,625 kl	60,558 bc	39,150 i-k	61,532 a-c	49,216 A
<i>Paecilomyces</i> sp. (SSR53-09)	26,429 m	63,088 a-c	37,011 j-l	13,015 o-q	34,886 EF
<i>Paecilomyces</i> sp. (EUB48-06)	66,484 ab	4,793 rs	43,196 hi	26,145 m	35,154 EF
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (BIOTEC)	58,267 c-e	33,366 kl	9,840 p-r	3,951 s	26,356 G
ค่าเฉลี่ยไอโซเลต	47,289 A	39,820 C	42,670 B	22,747 D	
Nematode only					62,526
Uninoculated					0.00
C.V. (%)					9.7

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

^{3/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

5. การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราในการควบคุมโรครากปมของพริกในแปลงปลูกพืชขนาดเล็ก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่ใช้วัดประสิทธิภาพเชื้อราทั้ง 11 ไอโซเลต ได้แก่ ความสูงของลำต้นสด น้ำหนักต้นสด ความรุนแรงของการเกิดปมที่ราก จำนวน J2 ในดิน และจำนวนไข่ในรากพริกที่ปลูกในกระถาง สามารถคัดเลือกเชื้อราได้จำนวน 3 ไอโซเลต ที่มีประสิทธิภาพยับยั้งไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ได้ดีที่สุดคือ *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ ไอโซเลต EYT35-09 และได้นำเชื้อทั้ง 3 ไอโซเลตนี้ไปทดสอบในระดับแปลงปลูกขนาดเล็กต่อไป

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ ความสูงลำต้น น้ำหนักต้นสด จำนวนผลและน้ำหนักผลพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แปลงปลูกพริกที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับแปลงพริกที่ไม่ได้ใส่ทั้งเชื้อราและไส้เดือนฝอย (ตารางที่ 15) พริกที่ได้รับไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียวจะมีระบบรากที่รูปร่างผิดปกติ รากกุดสั้น ลักษณะเป็นปุ่มปม ไม่เป็นระเบียบ เมื่อเปรียบเทียบกับพริกต้นปกติที่ไม่ใส่ไส้เดือนฝอยที่รากมีลักษณะสมบูรณ์ และแตกแขนงออกมามากกว่า ดังภาพที่ 38 จ และ ฉ

5.1 ความสูงของลำต้น

ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 15) กล่าวคือในแปลงพริกที่ใส่เชื้อ ให้ความสูงของต้นพริกไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดียวที่มีความสูงเพียง 113.44 เซนติเมตร แต่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 มีแนวโน้มทำให้ต้นพริกมีความสูงเฉลี่ยสูงสุดคือ 118.75 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่แปลงที่ใส่เชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุวิศวกรรมฯ: BIOTEC), สารเคมี carbofuran, เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09, *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 โดยมีความสูงของต้นเฉลี่ย 117.00, 116.69, 116.44, 114.44 และ 113.44 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 15 ค่า mean square ของความสูง น้ำหนักต้นสด เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงการเกิดปมที่ราก จำนวนตัวอ่อน (J2) ไข่เดือนฝอยในดิน จำนวนไข่และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในรากพริกพันธุ์หัวเรือที่ 60 วันหลังปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไข่เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ในแปลงปลูกขนาดเล็กจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

Source of variation	df	Mean square ^{1/}									
		ความสูง (ซม.)	น้ำหนักต้นสด ^{1/} (กรัม)	จำนวนผลต่อ ต้น	น้ำหนักผลสด ต่อต้น	การเกิดปมที่ ราก	จำนวน J2 ต่อดิน 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อ ราก 1 กรัม ^{2/}	จำนวนตัวเต็ม วัยเพศเมียต่อ ราก 1 กรัม ^{2/}		
Treatment	6										
(F+N) vs. C1	1	34.70	5,125.79	966.17	3,849.25	1,484.03**	1.08**	481.84 **	0.014		
C1 vs. C2	1	144.50*	16,546**	13,041**	101,180**	8,450.00**	5.56**	8,582.92 **	1.56**		
Error		26.98	1,899.43	485.14	2,801.23	14.23	0.02 ^{1/}	21.32	0.01 ^{1/}		
C.V. (%)		4.50	16.40	46.90	56.50	8.00	10.8	8.3	11.4		

F = เชื้อรา 12 ไอโซเลต และสารเคมีฟูราดาน

N = ไข่เดือนฝอยรากปม *M. incognita* จำนวน 2,000,000 ไข่ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

C1 = แปลงพริกที่ใส่ไข่เดือนฝอยอย่างเดียว

C2 = พริกที่ไม่ใส่เชื้อราและไข่เดือนฝอย

** = มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

^{1/} = เป็นค่าเฉลี่ยหลังจากปลูกเชื้อรา 120 วัน

^{2/} = มาตรา 1 : 1,000,000

ตารางที่ 16 การเจริญเติบโตและผลผลิตของพริกพันธุ์หัวเรือที่ 60 และ 120 วัน หลังจากปลูกเชื้อราแต่ละไอโซเลตร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในแปลงปลูกขนาดเล็ก

ไอโซเลตเชื้อรา	ความสูงลำต้น (ซม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	จำนวนผล ต่อต้น ^{1/}	น้ำหนักผล ต่อต้น ^{1/}
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	114.44 ^{2/}	250.16	56.00	115.31
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	118.75	281.90	54.13	100.19
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	116.44	254.36	45.69	78.21
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (BIOTEC)	117.00	295.97	33.81	60.91
Carbofuran	116.69	280.56	59.56	142.02
Nematode only	113.44	233.38	32.81	65.35
Uninoculated	121.94	324.34	113.56	290.27
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	4.5	16.4	46.9	56.5

^{1/} = ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT

5.2 น้ำหนักต้นสด

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักต้นสดพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไข่ไส้เดือนฝอยอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 15) แต่ต้นพริกที่ใส่เชื้อราเพื่อยับยั้งไข่ไส้เดือนฝอยมีแนวโน้มให้น้ำหนักต้นสดสูงกว่าพริกที่ใส่ไข่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว แต่ให้น้ำหนักต้นสดมากกว่าพริกที่ใส่ไข่ไส้เดือนฝอยอย่างเดียว โดยเชื้อ *Paecilomyces* sp. (ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ) ให้น้ำหนักต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือ 295.97 กรัมต่อต้น รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08, สารเคมี carbofuran, เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09 และ *L. tenuipes* ไอโซเลต

SNM01-06 ที่ให้น้ำหนักต้นเฉลี่ย 281.90, 280.56, 254.36 และ 250.16 กรัม ตามลำดับ ส่วนแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวมีน้ำหนักต้นสดต่ำสุด คือ 233.38 กรัม (ตารางที่ 16)

5.3 จำนวนผลสด

ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับใส่เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 15) โดยแปลงที่ใช้สารเคมี carbofuran ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนผลพริกมากที่สุดคือ 59.56 ผลต่อต้น รองลงมาได้แก่แปลงที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ EYT35-09 และโดยเชื้อ *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ) ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนผลพริก 56, 54.13, 45.69 และ 33.81 ผลต่อต้น ตามลำดับ ส่วนแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวมีจำนวนผลต่ำสุด 32.81 ผลต่อต้น (ตารางที่ 16)

5.4 น้ำหนักผลสด

ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลสดพริกพันธุ์หัวเรือต่อต้นที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับใส่เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 15) แต่การใช้สารเคมี carbofuran ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลพริกมากที่สุดคือ 142.02 กรัมต่อต้น รองลงมาได้แก่แปลงที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 และ *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ EYT35-09 ที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลพริก 115.31, 100.19 และ 78.21 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าน้ำหนักผลจากแปลงพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวที่มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักผล 65.35 กรัมต่อต้น แต่การใส่เชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ) ทำให้พริกมีน้ำหนักผลน้อยกว่าพริกใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียว โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 60.91 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 16)

5.5 ความรุนแรงของการเกิดปมที่ราก

เชื้อราที่นำมาทดสอบสามารถลดการเกิดปมที่รากพริกได้ดี ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เกิดปมที่รากพริกที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับใส่เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงใส่เดือนฝอยอย่างเดียวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 15) เปอร์เซ็นต์การเกิดปมในรากพริกที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06, *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08, EYT35-09 และสารเคมี carbofuran ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบเกิดปมร้อยละ 39.88, 40.25, 43.44 และ 42.19 ตามลำดับ แต่มีความรุนแรงของการเกิดปมน้อยกว่า ($P<0.01$) แปลงพริกที่ใส่เชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมฯ) ที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดปมร้อยละ 53.75 และทุกกรรมวิธีมีระดับความรุนแรงของการเกิดปมที่รากต่ำกว่าพริกที่ใส่เฉพาะ

ไส้เดือนฝอยอย่างเดี่ยว ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เกิดปมที่รากค่อนข้างมากคือร้อยละ 65 และไม่พบการเกิดปมในรากพริกจากแปลงที่ไม่ใส่ทั้งไส้เดือนฝอยและเชื้อรา (ตารางที่ 17) (ภาพที่ 14)

5.6 จำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยในดิน

เชื้อราที่นำมาทดสอบสามารถลดจำนวน J2 ในดิน 300 ลูกบาศก์เซนติเมตรได้ดี ค่าเฉลี่ยจำนวน J2 ในดินจากแปลงพริกที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 15) โดยพบจำนวน J2 ในดินที่ใส่เฉพาะไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียวน้อยที่สุดคือ 1,666.44 ตัว ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่ศึกษา และแปลงใส่สารเคมี carbofuran พบจำนวน J2 ในดินต่ำสุดคือ 908.56 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับแปลงที่ใส่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 และ EYT35-09 ที่พบจำนวนตัว 1,019 และ 1,055.06 ตัว ตามลำดับ และจำนวน J2 จากแปลงที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) กับแปลงที่ใส่เชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุวิศวกรรมฯ) โดยพบเป็นจำนวน 1,198.38 และ 1,311.13 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

5.7 จำนวนไข่ไส้เดือนฝอยในราก

เชื้อราที่นำมาทดสอบสามารถลดจำนวนไข่ไส้เดือนฝอยต่อรากพริก 1 กรัมได้ดี ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ในรากพริกที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดี่ยวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) (ตารางที่ 15) โดยพบจำนวนไข่ในรากจากแปลงที่ใส่ไส้เดือนฝอยเพียงอย่างเดียวน้อยที่สุดคือ 65,509 ตัว ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่ศึกษา แปลงพริกที่ใส่สารเคมี carbofuran มีจำนวนไข่ในรากน้อยที่สุดคือ 46,896 ไข่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) กับพริกใส่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 ที่พบจำนวนไข่ 52,716 ไข่ พริกที่ใส่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08, EYT35-09, *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 และเชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุวิศวกรรมฯ) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่า 52,716, 55,880, 55,714 และ 56,222 ไข่ ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

5.8 จำนวนตัวเต็มวัยไส้เดือนฝอยเพศเมียในราก

ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวเต็มวัยไส้เดือนฝอยเพศเมียในรากพริก 1 กรัมที่ปลูกเชื้อราหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* เปรียบเทียบกับแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดี่ยวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 15) โดยพบจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในรากพริกที่ใส่สารเคมี carbofuran มีจำนวนน้อยที่สุดคือ 517.38 ตัว ซึ่งแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) กับทุกกรรมวิธีที่ทดสอบ แปลงที่ใส่เชื้อรา *Pa. lilacinus* (ศูนย์พันธุวิศวกรรมฯ) พบ

จำนวนไส้เดือนฝอยเพศเมียในรากมากที่สุดคือ 1,037.44 ตัว ซึ่งมากกว่าแปลงปลูกพริกที่ใส่เพียงไส้เดือนฝอยอย่างเดียวที่พบเพียง 883.94 ตัว (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ความรุนแรงการเกิดปมที่รากและจำนวนไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในดินและรากจากการทดสอบพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราไอโซเลตต่างๆ ร่วมกับไข่ไส้เดือนฝอยรากปม ในแปลงปลูกขนาดเล็ก

ไอโซเลตเชื้อรา	ความรุนแรง ของการเกิดปม (%)	จำนวน ร2 ต่อ ดิน 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อ ราก 1 กรัม	จำนวนเพศเมีย ต่อราก 1 กรัม
<i>Lecanicillium tenuipes</i> (SNM01-06)	39.88 ^{1/} c	1,198.38 bc ^{2/}	55,714 b	866.50 b
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EUB26-08)	40.25 c	1,019.50 cd	52,716 bc	828.06 b
<i>Pochonia chlamydosporia</i> (EYT35-09)	43.44 c	1,055.06 cd	55,880 b	847.88 b
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (BIOTEC)	53.75 b	1,311.13 b	56,222 b	1,037.44 a
Carbofuran	42.19 c	908.56 d	46,896 c	517.38 c
Nematode only	65.00 a	1,666.44 a	65,509 a	883.94 b
Uninoculated	0	0	0	0
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	8.0	10.8	8.3	11.4

^{1/} ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 4 ซ้ำ

^{2/} ค่าที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบลักษณะการเกิดปมที่รากพริกพันธุ์หัวเรือที่ปลูกเชื้อราไอโซเลตต่างๆหรือสารเคมีร่วมกับไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในแปลงปลูกขนาดเล็ก

- ก. *Lecanicillium tenuipes* (SNM01-06)
- ข. *Pochonia chlamydosporia* (EUB26-08)
- ค. *Pochonia chlamydosporia* (EYT35-09)
- ง. *Paecilomyces lilacinus* (BIOTEC)
- จ. รากพริกที่ไม่ได้ปลูกทั้งเชื้อราและไส้เดือนฝอยรากปม
- ฉ. รากพริกที่ปลูกเฉพาะไส้เดือนฝอยรากปม
- ช. ใช้สารเคมี carbofuran (Furadan[®])

5.9 ความสัมพันธ์ของข้อมูลวัดประสิทธิภาพเชื้อราต่อการควบคุมโรครากปมในแปลงปลูกพริกขนาดเล็ก

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของเชื้อราต่อการควบคุมโรครากปมที่มีสาเหตุมาจากไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* พบว่าในแปลงพริกที่ใส่เชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 น้ำหนักต้นสดมีความสัมพันธ์กับความสูงของลำต้นในทางบวก และน้ำหนักผลมีความสัมพันธ์กับจำนวนผลในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.774 และ 0.996 ตามลำดับ จำนวนไข่ไส้เดือนฝอยในดินมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของการเกิดปมที่รากในทางบวก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.862 และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในรากมีความสัมพันธ์กับการเกิดปมที่รากและจำนวนไข่ในรากในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.885 และ 0.775 ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

แปลงปลูกพริกที่ใส่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 น้ำหนักผลมีความสัมพันธ์เป็นอย่างมากกับความสูงลำต้นในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.958 ความรุนแรงของการเกิดปมที่รากมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวน J2 ในดิน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.895 ส่วนจำนวนไข่ในราก มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในราก และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.804 (ตารางที่ 19)

แปลงปลูกพริกที่ใส่เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09 น้ำหนักผลมีความสัมพันธ์กับจำนวนผลในทางบวก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.895 การเกิดปมที่รากมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับจำนวน J2 จำนวนไข่ในราก และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในราก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.707, 0.772 และ 0.655 ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างข้อมูลที่ใช้วัดประสิทธิภาพของเชื้อรา *Lecanicillium tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 ต่อการควบคุมโรคราตากบพริกพันธุ์หัวเรือในแปลงปลูกขนาดเล็ก

	ความสูง(ซม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักผลสด ต่อต้น	จำนวนผลสดต่อต้น	การเกิดใบที่ ราก(%)	จำนวน J2 ต่อต้น 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อ ราก 1 กรัม	จำนวนตัวเต็มวัย เพศเมียต่อราก 1 กรัม
น้ำหนักต้นสด (กรัม)	0.774**	-						
น้ำหนักผลสดต่อต้น	0.334	0.151	-					
จำนวนผลสดต่อต้น	0.276	0.114	0.996**	-				
การเกิดใบที่ราก (%)	0.279	0.161	-0.383	-0.251	-			
จำนวน J2 ต่อต้น 300 ลบ.ซม.	0.413	0.315	0.629**	0.548*	-0.236	-		
จำนวนไข่ต่อราก 1 กรัม	0.200	0.119	-0.277	-0.133	0.862**	-0.107	-	
จำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียต่อราก 1 กรัม	0.350	0.240	-0.333	-0.218	0.885**	-0.253	0.775**	-

ตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างข้อมูลที่ใช้วัดประสิทธิภาพของเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 ต่อการควบคุมโรครากปมพริกพันธุ์หัวเรือในแปลงปลูกขนาดเล็ก

	ความสูง (ซม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักผลสด ต่อต้น	น้ำหนักผลสด ต่อต้น	การเกิดปม ที่ราก (%)	จำนวน J2 ต่อต้น 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อราก 1 กรัม	จำนวนตัวเต็มวัยต่อราก 1 กรัม
น้ำหนักต้นสด (กรัม)	0.958**	-						
น้ำหนักผลสดต่อต้น	-0.634**	-0.611*	-					
จำนวนผลสดต่อต้น	-0.707**	-0.625**	0.845**	-				
การเกิดปมที่ราก (%)	0.004	0.170	-0.123	0.147	-			
จำนวน J2 ต่อต้น 300 ลบ.ซม.	0.299	0.463	-0.254	-0.020	0.893**	-		
จำนวนไข่ต่อราก 1 กรัม	-0.072	0.070	-0.030	0.215	0.780**	0.561*	-	
จำนวนตัวเต็มวัยต่อราก 1 กรัม	-0.106	0.024	0.072	0.264	0.697**	0.688**	0.804**	-

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างข้อมูลที่ใช้วัดประสิทธิภาพของเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09 ต่อการควบคุมโรค
รากปมพริกพันธุ์หัวเรือในแปลงปลูกขนาดเล็ก

	ความสูง (ซม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักผลสด ต่อต้น	จำนวนผล สดต่อต้น	การเกิดปม ที่ราก (%)	จำนวน J2 ต่อดิน 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อ ราก 1 กรัม	จำนวนตัวเต็มวัยต่อ ราก 1 กรัม
น้ำหนักต้นสด (กรัม)	0.679**	-						
น้ำหนักผลสดต่อต้น	0.365	0.363	-					
จำนวนผลสดต่อต้น	0.412	0.530*	0.895**	-				
การเกิดปมที่ราก (%)	0.518*	0.202	0.446	0.426	-			
จำนวน J2 ต่อดิน 300 ลบ.ซม.	0.645**	0.436	0.322	0.281	0.707**	-		
จำนวนไข่ต่อราก 1 กรัม	0.276	0.075	0.335	0.287	0.772**	0.034	-	
จำนวนตัวเต็มวัยต่อราก 1 กรัม	0.388	0.072	0.658**	0.544*	0.655**	0.561*	0.482	-

6. การตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์จากเชื้อราปฏิปักษ์ของไข่ไส้เดือนฝอยรากปม

6.1 การตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase

พบว่าเชื้อราจำนวน 11 ไอโซเลตที่นำมาทดสอบ มีกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงที่สุดคือสามารถย่อย colloidal chitin ได้น้ำตาลรีคิวซ์ (N-actylglucosamine equivalent) ได้ 6.46 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลต ESR56-06 ที่พบกิจกรรมเท่ากับ 5.38 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง และเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB 26-02 ที่พบกิจกรรมเท่ากับ 5.30 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง (ตารางที่ 21)

6.2 การตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ protease

พบว่าเชื้อราจำนวน 11 ไอโซเลตที่นำมาทดสอบ มีกิจกรรมของเอนไซม์ protease แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการตรวจสอบปริมาณกรดอะมิโน (tyrosine equivalent) ที่ถูกย่อยจากเคซีน พบว่าเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงที่สุดคือ 180.15 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ ไอโซเลต EUB47-01 และ EUB26-08 ที่พบกิจกรรมเท่ากับ 99.36 และ 70.05 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง 9.4 (ตารางที่ 21)

6.3 การตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ glucoamylase

พบว่าเชื้อราจำนวน 11 ไอโซเลตที่นำมาทดสอบมีกิจกรรมเอนไซม์ glucoamylase แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SYT46-11 มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงที่สุดคือสามารถย่อยแป้งได้น้ำตาลรีคิวซ์ (glucose equivalent) 3.56 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 และเชื้อรา *Paecilomyces* sp. ไอโซเลต EUB48-06 ที่พบกิจกรรมเท่ากับ 2.22 และ 1.86 ไมโครโมลต่อมิลลิกรัมโปรตีนต่อชั่วโมง (ตารางที่ 21)

6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกิจกรรมเอนไซม์กับการควบคุมการเกิดโรครากปมในแปลงพริก

จากการนำค่าปริมาณกิจกรรมเอนไซม์ chitinase, protease และ glucoamylase ของเชื้อราปฏิปักษ์ จำนวน 3 ไอโซเลตที่วิเคราะห์ได้ มาหาสหสัมพันธ์ของประสิทธิภาพควบคุมการเกิดโรครากปมพริกแปลงปลูกพืชขนาดเล็ก พบว่าในเชื้อรา *L. tenuipes* ไอโซเลต SNM01-06 ปริมาณ protease มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่ราก จำนวนไข่ต่อราก และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมีย โดยถ้ามีกิจกรรมของเอนไซม์สูงจะทำให้พริกเกิดปมที่รำน้อยรวมทั้งจำนวนไข่และ

จำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียน้อยด้วยเช่นกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = - 0.832, - 0.751 และ -0.712 ตามลำดับ แต่ไม่พบการมีสหสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ chitinase หรือ glucoamylase สำหรับเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-08 พบเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมเอนไซม์ protease กับจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในรากโดยมีสหสัมพันธ์ไปในทางลบ กล่าวคือกิจกรรมของเอนไซม์ที่สูงส่งผลให้พบจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมียในรากน้อย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = - 0.70 ส่วนเชื้อรา *Po. chlamydosporia* ไอโซเลต EYT35-09 พบกิจกรรมเอนไซม์ glucoamylase มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับเปอร์เซ็นต์การเกิดปมที่ราก จำนวน J2 ในดิน และจำนวนตัวเต็มวัยเพศเมีย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = -0.936, -0.930 และ -0.776 ตามลำดับ (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 21 กิจกรรมเอนไซม์ chitinase, protease และ glucoamylase เจริญปริมาณของ 11 เชื้อรา
 ประสิทธิภาพไล่ด้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita*

ไอโซเลต	ชนิดเชื้อรา	กิจกรรมของเอนไซม์		
		Chitinase ^{1/}	Protease ^{2/}	Glucoamylase ^{3/}
SYT46-11	<i>Lecanicillium tenuipes</i>	6.46 a ^{4/}	1.43 d	3.56 a
SNM01-06	<i>Lecanicillium tenuipes</i>	4.74 ab	5.63 d	ND ^{2/}
EUB26-02	<i>Po. chlamydosporia</i>	5.30 a	180.15 a	2.22 b
EUB26-08	<i>Po. chlamydosporia</i>	1.20 c	70.05 c	ND
EUB47-01	<i>Po. chlamydosporia</i>	1.30 c	99.36 b	ND
EYT35-09	<i>Po. chlamydosporia</i>	1.22 c	2.32 d	1.23 bc
SSK49-07	<i>Talaromyces flavus</i>	1.45 c	1.20 d	0.47 c
SUB33-13	<i>Penicillium marneffeii</i>	1.27 c	0.70 d	0.48 c
ESR56-06	<i>Trichoderma</i> sp.	5.38 a	2.04 d	0.57 c
SSR53-09	<i>Paecilomyces</i> sp.	1.66 c	33.58 d	0.33 c
EUB48-06	<i>Paecilomyces</i> sp.	2.58 bc	2.02 d	1.89 b
Mean		2.96 ± 1.35	36.23 ± 7.04	1.34 ± 0.49
F-test		**	**	**
C.V. (%)		38.4	34.7	30.7

^{1/} กิจกรรมของเอนไซม์ประเมินจากปริมาณ GlcNAc ที่ถูกย่อยเป็น $\mu\text{mol} / \text{mg protein} / \text{hr}$

^{2/} กิจกรรมของเอนไซม์ประเมินจากปริมาณ tyrosin ที่ถูกย่อยเป็น $\mu\text{mol} / \text{mg protein} / \text{hr}$

^{3/} กิจกรรมของเอนไซม์ประเมินจากปริมาณ glucose ที่ถูกย่อยเป็น $\mu\text{mol} / \text{mg protein} / \text{hr}$

^{4/} ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
 โดยวิธี DMRT

ND = ตรวจไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์

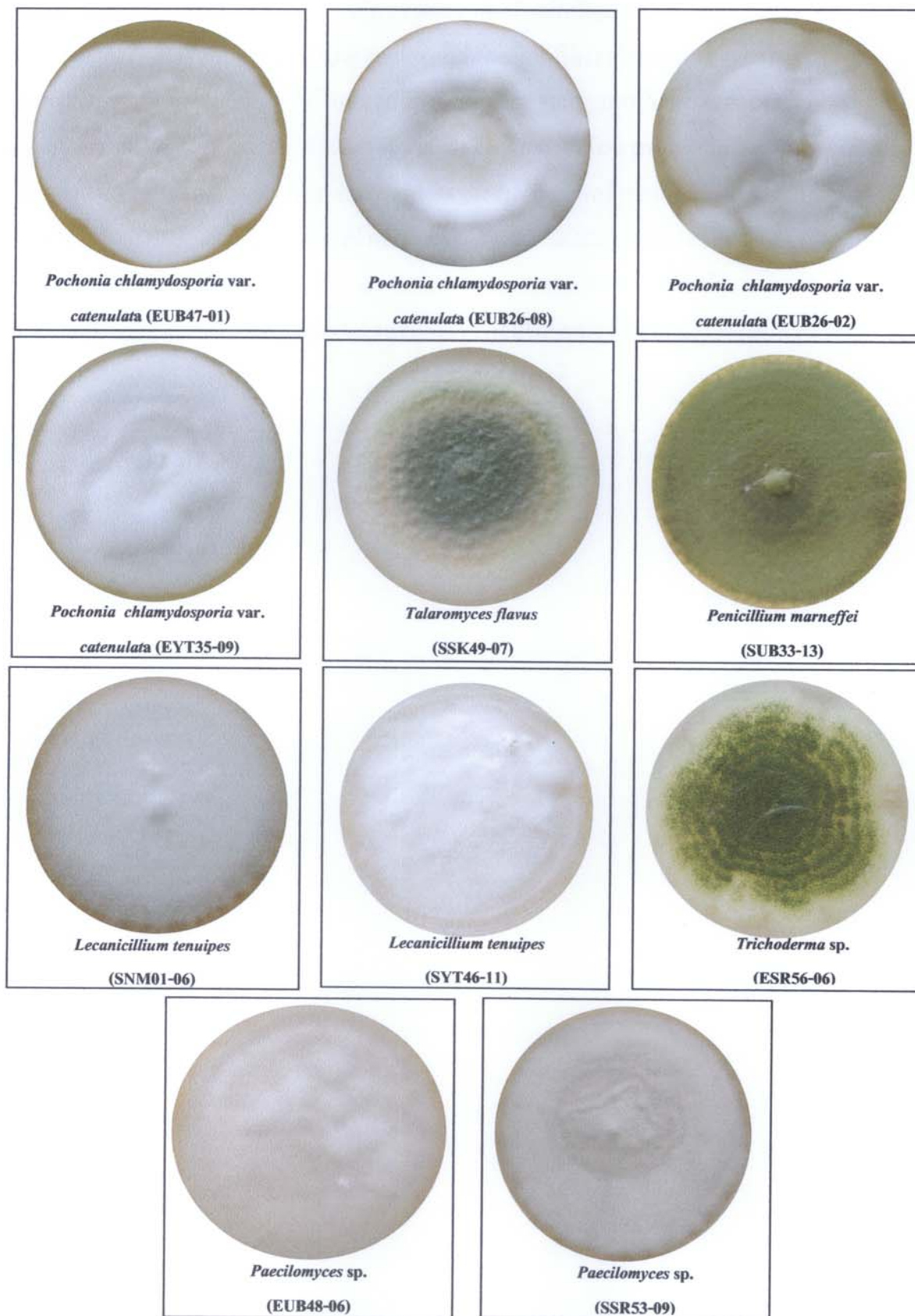
ตารางที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพเชื้อราต่อการควบคุมการเกิดโรครากปมพริก
ในแปลงปลูกขนาดเล็กที่ถูก *Meloidogyne incognita* เข้าทำลายกับปริมาณกิจกรรม
เอนไซม์ที่เชื้อราสร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการ

ไอโซเลตเชื้อรา/ปริมาณ เอนไซม์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)			
	เปอร์เซ็นต์ เกิดปมที่ราก	จำนวน J2 ต่อ ดิน 300 ลบ.ซม.	จำนวนไข่ต่อ ราก 1 กรัม	จำนวนตัวเต็มวัยเพศ เมียต่อราก 1 กรัม
<i>L. tenuipes</i> (SNM01-06)				
Chitinase	0.886	-0.100	0.953*	0.957*
Protease	-0.832	-0.115	-0.751	-0.712
Glucoamylase	-	-	-	-
<i>Po. chlamydosporia</i> (EUB26-08)				
Chitinase	0.876	0.865	0.919	0.851
Protease	-0.001	-0.024	-0.415	-0.700
Glucoamylase	-	-	-	-
<i>Po. chlamydosporia</i> (EYT35-09)				
Chitinase	0.240	-0.471	0.322	0.077
Protease	0.201	-0.505	0.285	0.046
Glucoamylase	-0.936	-0.930	-0.884	-0.776

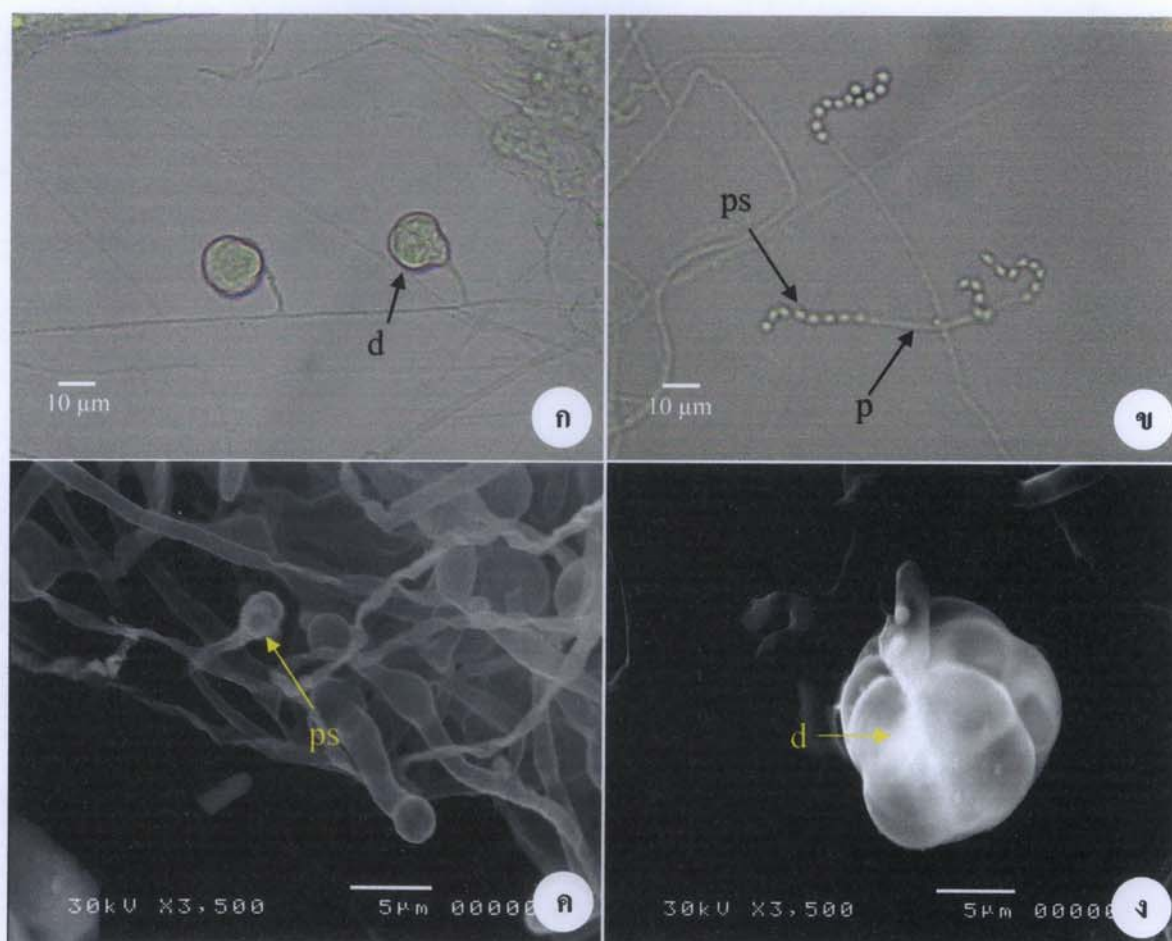
7. การบ่งชี้ชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม

7.1 การบ่งชี้ชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

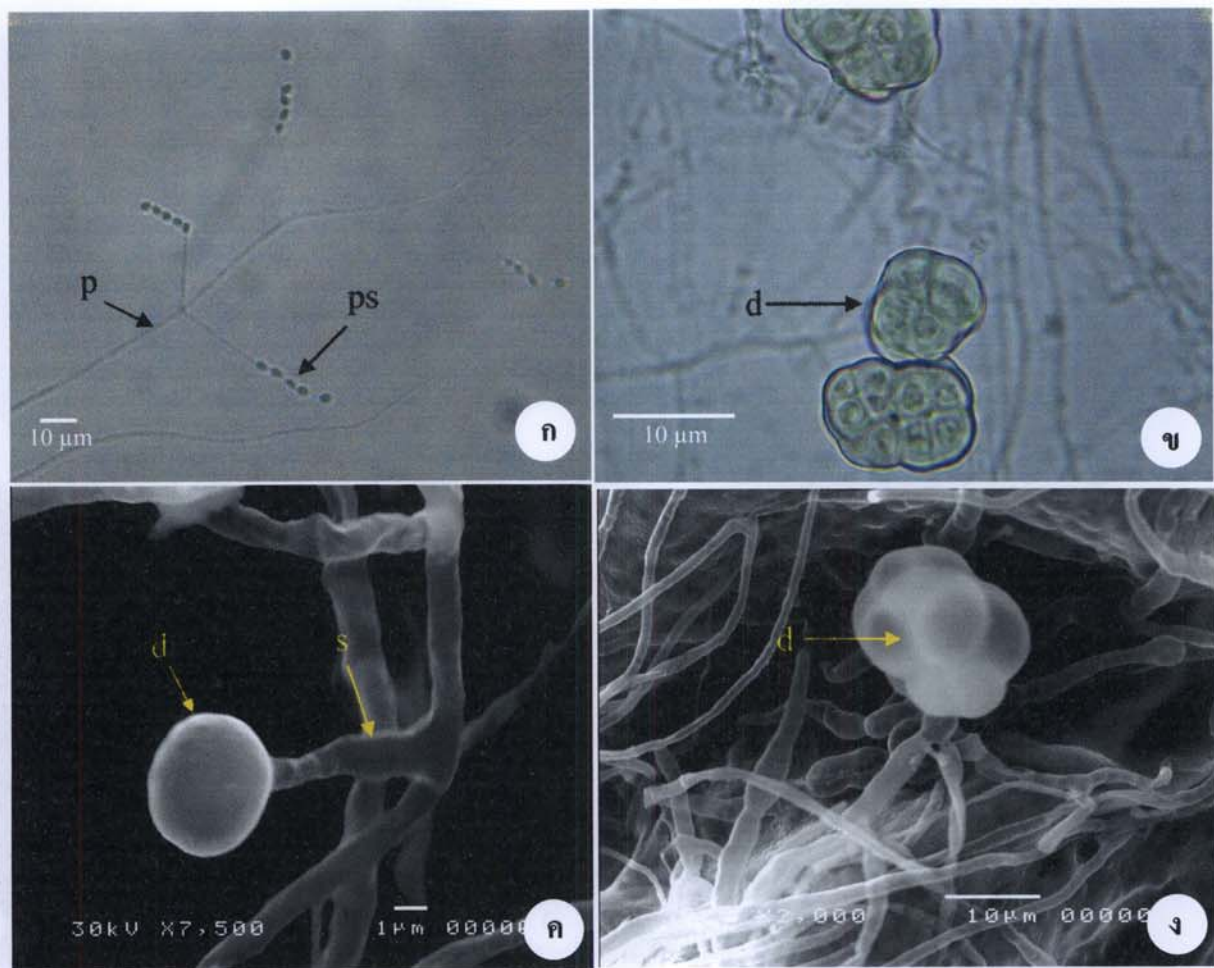
จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา 10 ไอโซเลตภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดพบว่าเชื้อราทั้งจากขนาด รูปร่าง ลักษณะ รวมทั้งสีของ สปอร์และโคโลนี ตลอดจนลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อ พบว่าเชื้อราไอโซเลต SYT46-11 และ SNM01-06 คือเชื้อรา *Lecanicillium tenuipes* ส่วนไอโซเลต EUB26-02, EUB26-08, EUB47-01 และ EYT35-09 เป็นเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulate* ไอโซเลต SSK49-07 เป็นเชื้อรา *Tararomyces flavus* ไอโซเลต SUB33-13 เป็นเชื้อรา *Penicillium marneffei* ไอโซเลต EUB48-06 เป็นเชื้อรา *Paecilomyces* sp. ดังรูปภาพที่ 15-27



ภาพที่ 15 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราปรสิตบางชนิดที่เจริญบนอาหารวุ้น PDA



ภาพที่ 16 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EUB26-08)
แสดงลักษณะ phialides (p), phialospores ต่อเป็นลูกโซ่ (ps) และ dictyochlamydospores (d)
ก และ ข : ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (compound microscope)
ค และ ง : ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope)

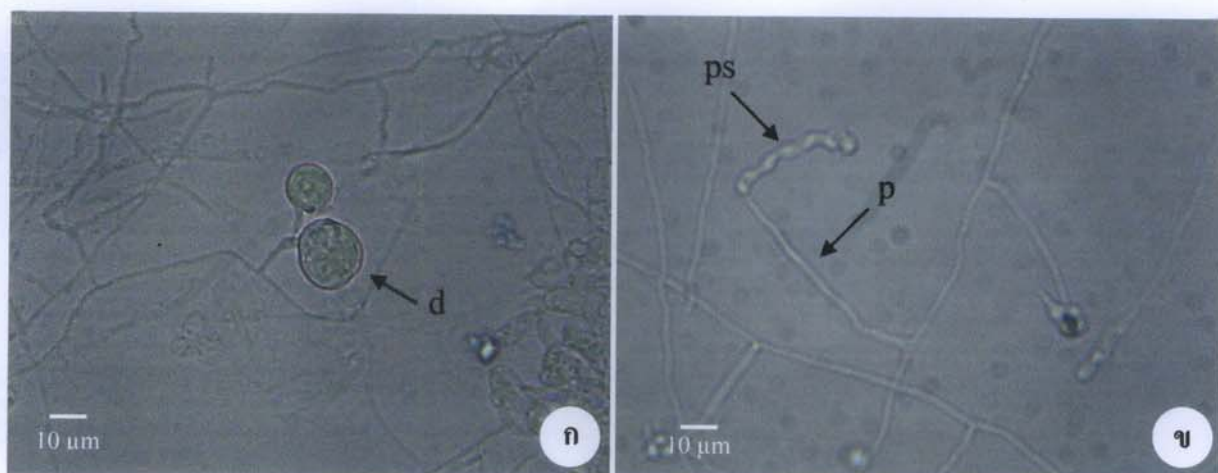


ภาพที่ 17 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EYT35-09)

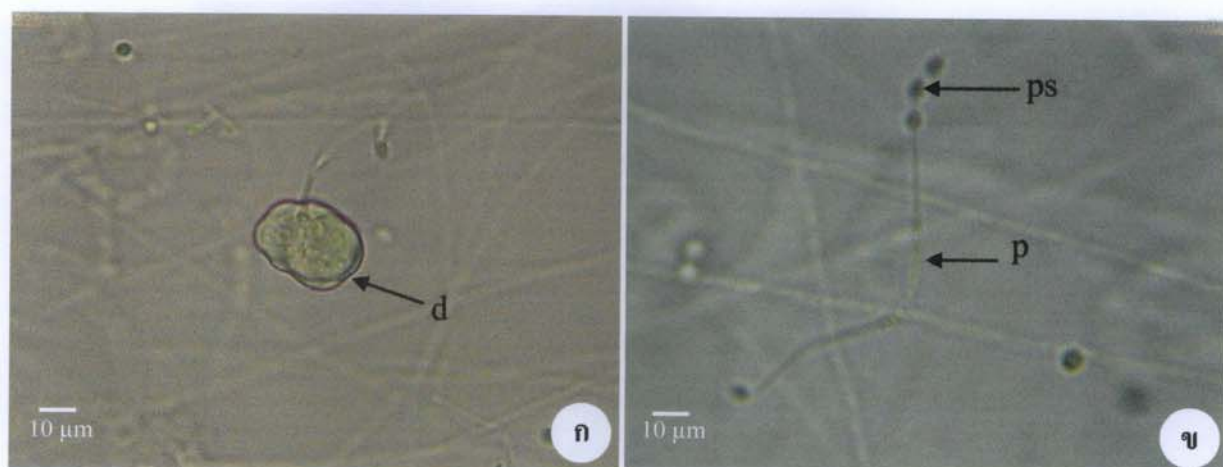
แสดงลักษณะ phialides (p), solitary phialide (s), phialospores (ps) และ dictyochlamydospores (d)

ก และ ข : ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (compound microscope)

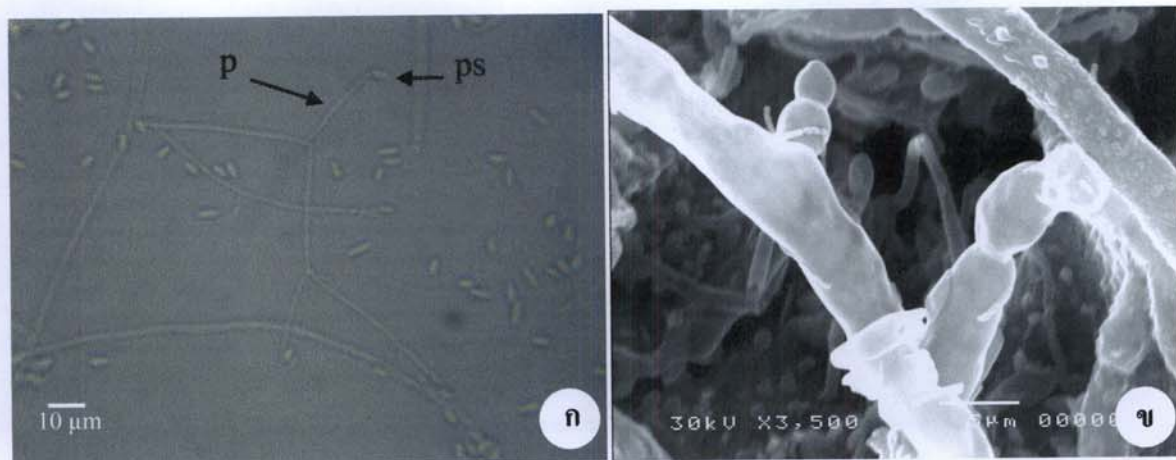
ค และ ง : ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope)



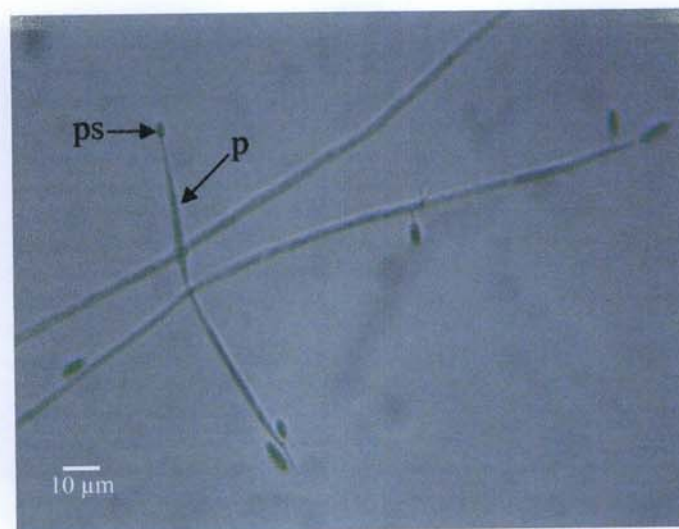
ภาพที่ 18 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EUB26-02) แสดง dictyochlamydospores (d) (ก), phialides (p) และ phialospores (ps) ที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ (ข)



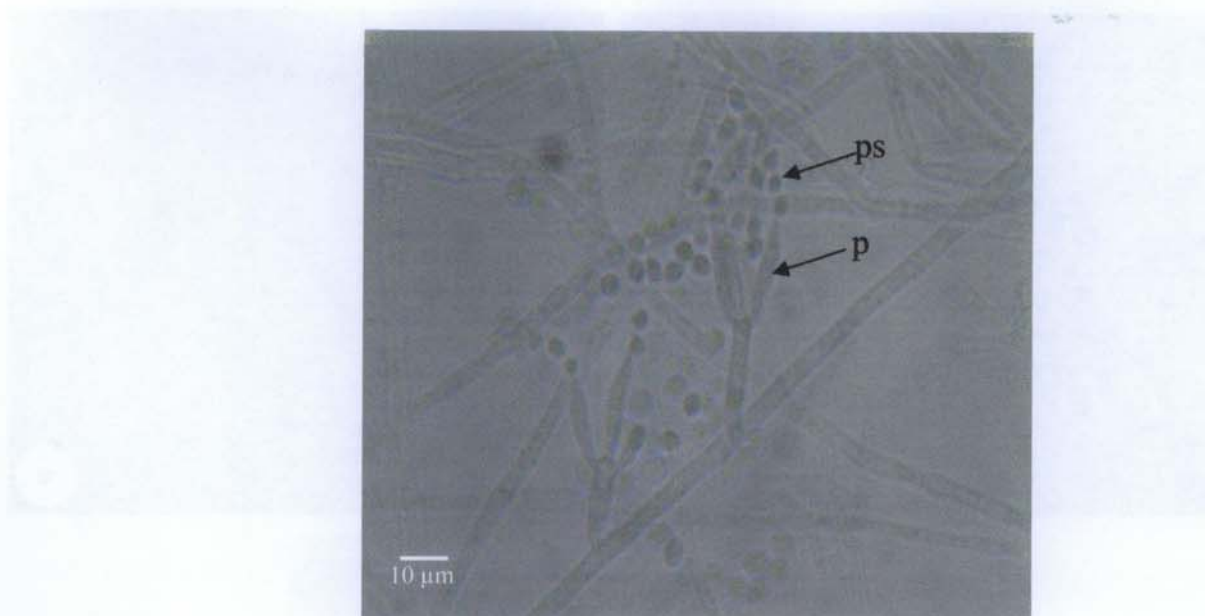
ภาพที่ 19 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EUB47-01) แสดง dictyochlamydospores (d) (ก) phialides (p) และ phialospores (ps) ที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ (ข)



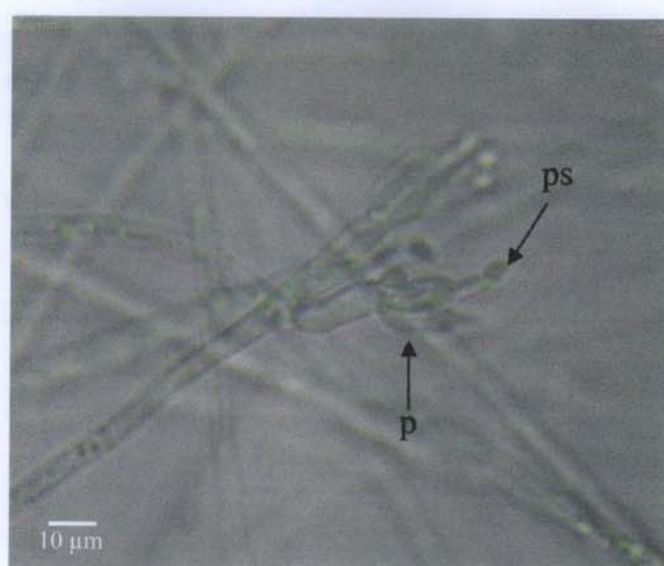
ภาพที่ 20 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Lecanicillium tenuipes* (SNM01-06) แสดงลักษณะ phialides (p) และ phialospores (ps) ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ (ก) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ข)



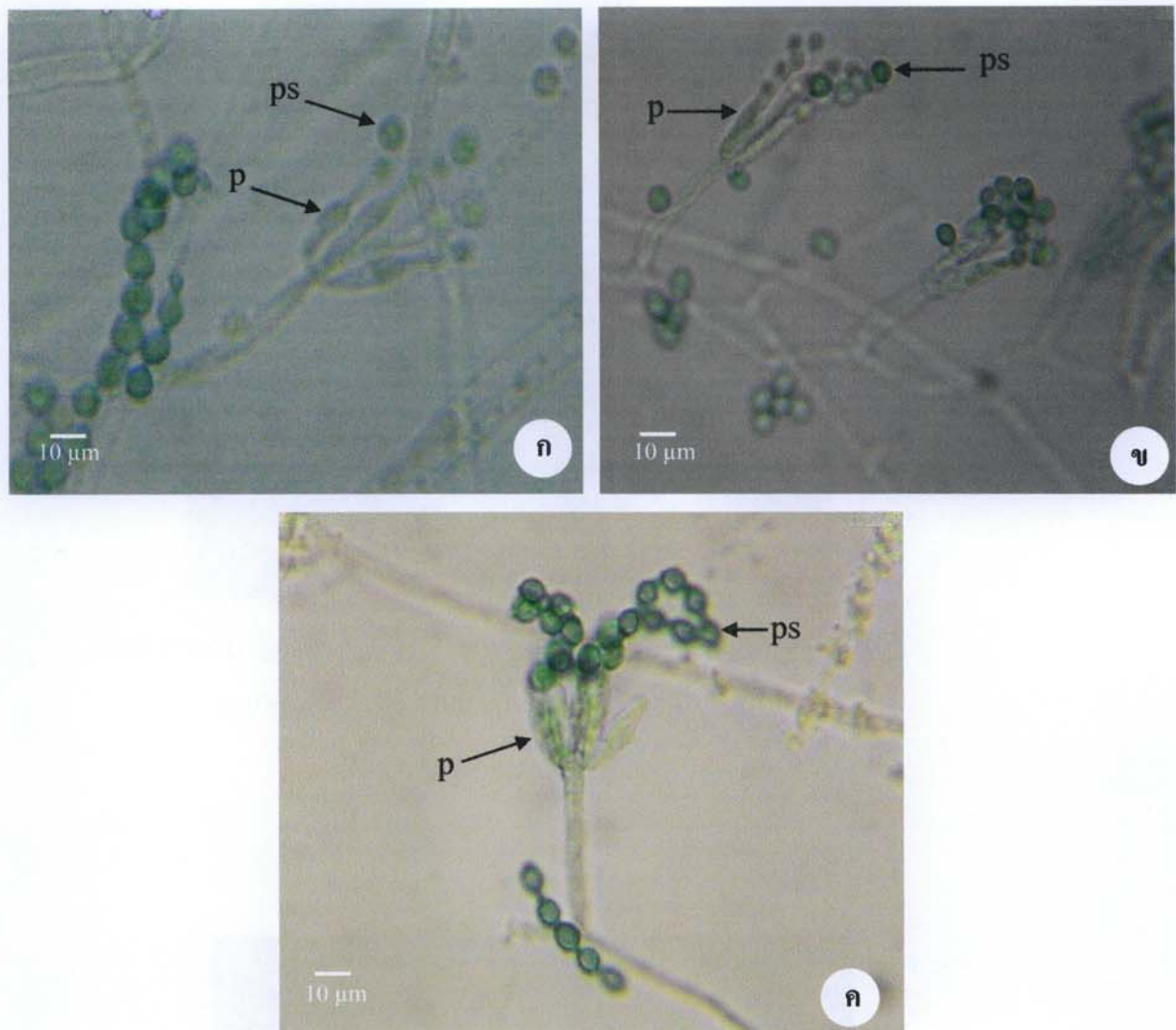
ภาพที่ 21 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แสดงลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Lecanicillium tenuipes* (SYT46-11) แสดงลักษณะ phialides (p) และ phialospores (ps)



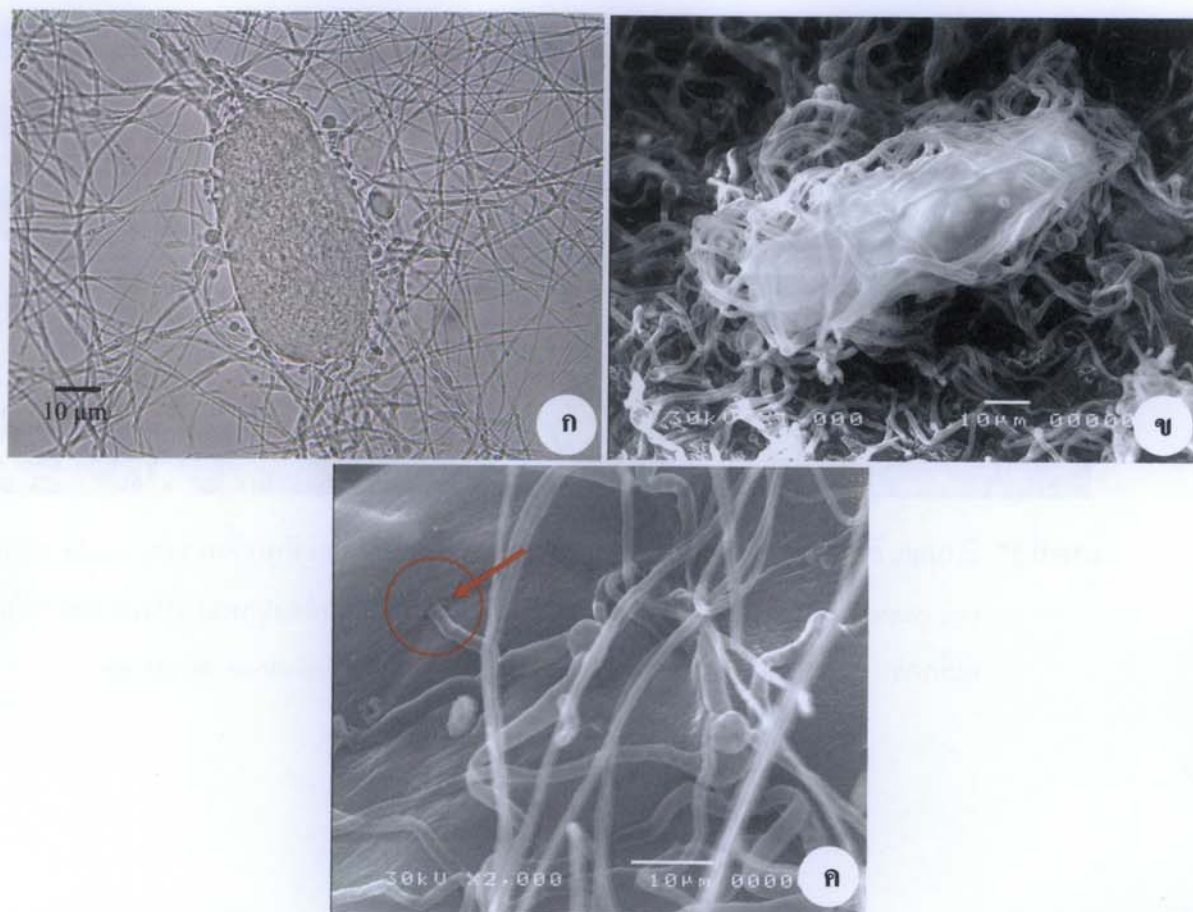
ภาพที่ 22 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Trichoderma* sp. (ESR56-06)
แสดงลักษณะ phialides (p) และ phialospores (ps)



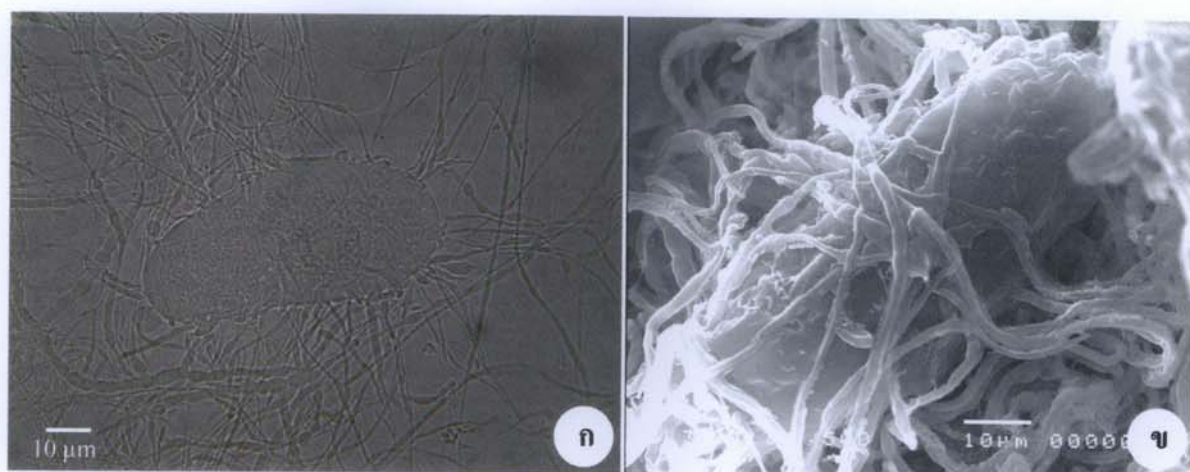
ภาพที่ 23 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Paecilomyces* sp. (SSR53-09)
แสดงลักษณะ phialides (p) และ phialospores (ps)



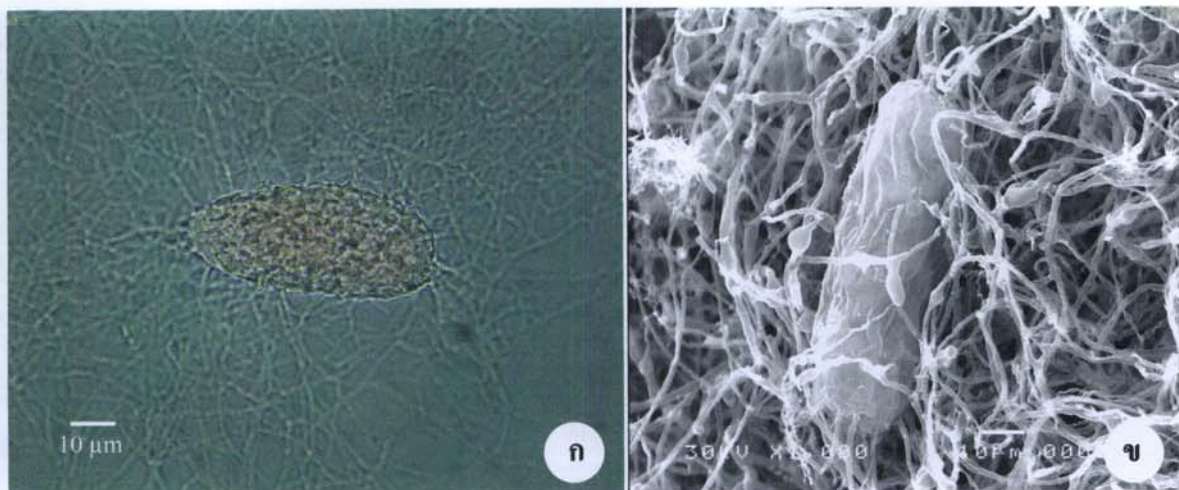
ภาพที่ 24 ลักษณะทางสัณฐานของเชื้อรา *Paecilomyces* sp. (EUB48-06) (ก)
เชื้อ *Talaromyces flavus* (SSK49-07) (ข) และเชื้อรา *Penicillium marneffei*
(SUB33-13) (ค) แสดง ลักษณะ phialides (p) และ phialospores (ps)



ภาพที่ 25 ลักษณะไข่ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ที่ถูกเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EUB26-08) เข้าทำลายเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ก) และกล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ข) และลักษณะเส้นใยที่แทงเปลือกไข่ (ค)



ภาพที่ 26 ลักษณะไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ที่ถูกเชื้อรา *Lecanicillium tenuipes* (SNM01-06) เข้าทำลายเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ก) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ข)



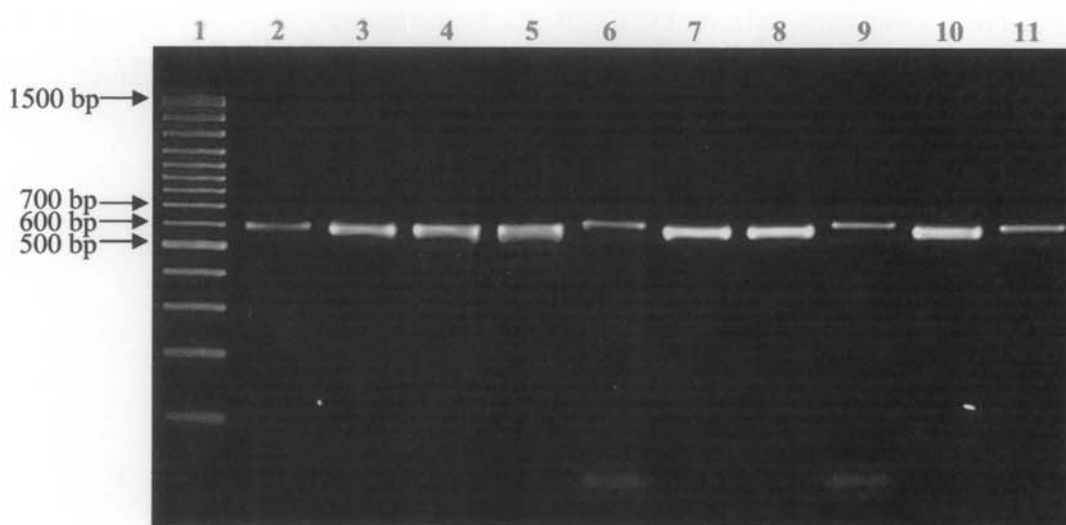
ภาพที่ 27 ลักษณะไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ที่ถูกเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* var. *catenulata* (EYT35-09) เข้าทำลายเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ก) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ข) colonize egg of root-knot nematode, *M. incognita*

7.2 การบ่งชี้ชนิดของเชื้อราปฏิภักซ์โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วน ITS1-5.8S-ITS2 ของ rDNA

จากการนำเชื้อราปฏิภักซ์ จำนวน 10 ไอโซเลต มาบ่งชี้ชนิดโดยการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วนของไรโบโซมอลดีเอ็นเอ (ribosomal DNA, rDNA) บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 ได้ผลดังนี้

7.2.1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วน ITS1-5.8S-ITS2 ด้วยเทคนิค PCR

นำเชื้อราปฏิภักซ์ จำนวน 10 ไอโซเลต มาสกัดดีเอ็นเอและใช้เป็นดีเอ็นเอต้นแบบในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วน ITS1-5.8S-ITS2 ของ rDNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (polymerase chain reaction; PCR) โดยใช้ไพรเมอร์ ITS1 และ ITS4 พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณดังกล่าวได้ และจากการวิเคราะห์การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคอะกาโรส เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส (agarose gel electrophoresis) พบว่าได้ชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาดประมาณ 500- 600 คู่เบส (bps) ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ขนาดชิ้นส่วนดีเอ็นเอในส่วน ITS1-5.8S-ITS2 ของ rDNA ของเชื้อราปรสัดเมื่อเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิค PCR จากการใช้ไพรเมอร์ ITS1 และ ITS4

แถวที่ 1 : 100bp DNA Ladder Plus

แถวที่ 2-11 : เชื้อราปฏิภักซ์ไอโซเลต SYT46-11, EUB26-02, EUB26-08, EUB47-01, SNM01-06, EYT35-09, SSK49-07, ESR56-06, SUB33-13 และ EUB48-06

7.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อบ่งชี้ชนิด

จากการนำผลิตภัณฑ์ PCR บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 ของ rDNA ของเชื้อราปฏิปักษ์ ทั้ง 10 ไอโซเลต ไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่องอ่านลำดับนิวคลีโอไทด์อัตโนมัติ และนำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปเปรียบเทียบความเหมือน (identity) หรือความคล้ายคลึง (similarity) กับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อราชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (data base) ของ GenBank (National Center for Biotechnology Information; NCBI) พบว่าข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อราปรสิตของ 10 ไอโซเลตที่ได้ มีความเหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์จากฐานข้อมูลอยู่ระหว่างร้อยละ 94 ถึง 99 ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าร้อยละ 95 ซึ่งได้แก่เชื้อรา *Engyodontium araneum*, *Verticillium catenulatum* strain IMI 113078, *Pochonia chlamydosporia*, *Diheterospora chlamydospora*, *Tararomyces flavus*, *Penicillium marneffeii*, *Paecilomyces* sp. GZDX-IFR-A10.1 และ *Trichoderma strigosum* strain Dis 173k ซึ่งเมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยามาร่วมพิจารณาตามวิธีการของ Zare และคณะ (2004) พบว่าเชื้อรา *Engyodontium araneum* ไอโซเลต SYT46-11 และ SNM01-06 มีชื่อเรียกใหม่ว่า *Lecanicillium tenuipes*, เชื้อ *Verticillium catenulatum* ไอโซเลต EUB26-08, *Pochonia chlamydosporia* ไอโซเลต EUB26-02 และ EYT35-09 และ *Diheterospora chlamydospora* ไอโซเลต EUB47-01 มีชื่อเรียกใหม่ว่า *Pochonia chlamydosporia* var *catenulata* ดังแสดงในตารางที่ 23 และภาพที่ 29-38

ตารางที่ 23 การแบ่งชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ ไอโซเลตต่างๆ โดยการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-ITS2 ของ rDNA กับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูลของ GenBank

ไอโซเลต	ชนิด	การบัญชี		
		accession number	bit score (bit)	ความเหมือน (% similarity)
SYT46-11	<i>Engyodontium araneorum</i> (<i>Lecanicillium tenuipes</i>)	AJ292391	679	94
SNM01-06	<i>Engyodontium araneorum</i> (<i>Lecanicillium tenuipes</i>)	AJ292391	624	97
EUB26-08	<i>Verticillium catenulatum</i> strain IMI 113078 (<i>Po. chlamydosporia</i> var. <i>catenulata</i>)	AY555966	874	99
EUB26-02	<i>Pochonia chlamydosporia</i> (<i>Po. chlamydosporia</i> var. <i>catenulata</i>)	AB214654	890	98
EUB47-01	<i>Diheterospora chlamydospora</i> (<i>Po. chlamydosporia</i> var. <i>catenulata</i>)	AF108468	902	99
EYT35-09	<i>Pochonia chlamydosporia</i> (<i>Po. chlamydosporia</i> var. <i>catenulata</i>)	AB214654	918	98
SSK49-07	<i>Tararomyces flavus</i>	EF123253	874	97
SUB33-13	<i>Penicillium marneffei</i>	AJ853738	886	97
EUB48-06	<i>Paecilomyces</i> sp. GZDX-IFR-A10.1	DQ187954	704	99
ESR56-06	<i>Trichoderma strigasum</i> strain Dis 173 k	DQ109531	168	95

```

AJ292391  CCCCCGGGAGGGGATCAATTAACCCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCCTTATGGTGGACAT 60
-----ATTA--CCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCCTTATG-TGAACAT 39
          ****
AJ292391  TAACCAATCGTTGTTTCGCGGAACCTCCGCCCCGGTGGTCCGGGCAGGGCCTTCGCGGCC 120
--ACCTTTAGTTGCTTCGCGGGAACCT--CCCCGGTG-TCCGGAC--GGCCCTCGTGCC- 91
          *** * **** * * ****
AJ292391  CGGGCCGCGACCCCGGGATCCAGGGCCGGAACGCCCGGAGACCATCCAAAACTCTTTGT 180
--GGCCGCGACCC--GGATCCAGGC---GGACGCC-GGAGACCATCTCAA-CTCTTTGT 142
          **** * **** * ****
AJ292391  ATTTAGCA-AGTCTTCTGAATGAGCCGCAAGGCAACACAAATGAATCAAACTTTCAACA 239
ATCCAATACAGTCTTCTGAATAAGCCGCAAGGCAAAACAAATGAAT-AAAATTTCAACA 201
          ** * * ****
AJ292391  ACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAA 299
ACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAA 261
          ****
AJ292391  TTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGCATTTCTGG 359
TTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGCATTTCTGG 321
          ****
AJ292391  CGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAGCTCCCTTTGGGGAGCCCGGCGTT 419
CGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCCTCGAGCTCCCTTTGGGGAGCCCGGCGTT 381
          ****
AJ292391  GGGGACCGGCCTCTACCGCCGGCCCCGAAATGAAGTGGCGGCCCGTCCGCGGCGACCTCT 479
GGGG-TCGGCAGCTACCGCCGGCCCCGAAATGGAGTGGCGGCCCGTCCGCGGCGACCTCT 440
          ****
AJ292391  GCGTAGTAACT-CACCTCGCACCGGAACCCCGACGTGGCCACGCCGTAAAACACCCAACT 538
GCGTAGTAATTTACCTCGCACCGGAACCCCGACGTGGCCACGCCGTAAAACACCCAACT 500
          **** * ****
AJ292391  TTCTGAACGT-GACCTCGAATCAG-TA----- 563
TTCTGAACGTTGACCTCGAATCAGGTAGGAATACCCG 537
          ****

```

ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต SNM01-06 กับเชื้อรา *Engyodontium araneorum* (AJ292391) หรือ
Lecanicillium tenuipes จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดง
ความเหมือนกันของ นิวคลีโอไทด์)


```

AJ29239 -----CCCAAACC-TTATGTGAACATACAATC-GTTGCTTCGGCGGA 40
ATTACCGAGTTTACAACCTCCCAAACCCCTTATGTGAACATACCTTTAGTTGCTTCGGCGGA 60
***** * *****

CTCGCCCCGGTGTCCGGCAGGCCCTCGCGGCCGGCCGCGACCCGGATCCAGGCGGACGCC 100
AJ29239 CTCGCCCCGGTGTCCGGCAGGCCCTCGCGGCCGGCCGCGACCCGGATCCAGGCGGACGCC 119
***** * *****

GGAGACCATCCAAAACCTCTTTGTATTTTAGCAAGTCTTCTGAATGAGCCGCAAGGCAAC 160
AJ29239 GGAGACCATCTCAAA-CTCTTTGTATCCAATACAGTCTTCTGAATAAGCCGCAAGGCAAA 178
***** * *****

ACAAATGAATCAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCA 220
AJ29239 ACAAATGAAT-AAAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCA 237
***** *****

GCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC 280
AJ29239 GCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGC 297
*****

ACATTGCGCCCGCCAGCATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA 340
AJ29239 ACATTGCGCCCGCCAGCATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCGA 357
*****

GCTCCCTTTGGGGAGCCCGGCGTTGGG-CCGGCCTCTACCGCCGGCCCCGAAATG-AGTG 398
AJ29239 GCTCCCTTTGGGGAGCCCGGCGTTGGGGTCCGGCAGCTACCGCCGGCCCCGAAATGGAGTG 417
***** *****

GCGGCCCCGTCCGCGGCGACCTCTGCGTAGTAACCT-CACCTCGCACCGGAACCCCGACGTG 457
AJ29239 GCGGCCCCGTCCGCGGCGACCTCTGCGTAGTAATTTACCTCGCACCGGAACCCCGACGTG 477
***** * *****

GCCACGCCGTAAAACACCCCAACTTTCTGA-CGT-GACCTC-AATCA----- 501
AJ29239 GCCACGCCGTAAAACACCC-AACTTTCTGAACGTTGACCTCGAATCAGGTAGGAATACCC 536
***** *****

```

ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
 ไอโซเลต SYT46-11 กับเชื้อรา *Engyodontium araneorum* (AJ292391) หรือเชื้อรา
Lecanicillium tenuipes จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดง
 ความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

-----TATCCAA--CCCATGTGAACTTATAC-ATTTACAACCGTTGCTTCGGC 45
AY555966 CCGAGTTTTCAACTCCCAAACCCCATGTGAACTTATACCATTTACAACCGTTGCTTCGGC 60
          ****
          *****

GGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCCGGGGGACCCAAACTC 105
AY555966 GGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCCGGGGGACCCAAACTC 120
          *****

TAGATTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAACTTTCAAC 165
AY555966 TAGATTTTATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAACTTTCAAC 180
          *****

AACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGA 225
AY555966 AACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGA 240
          *****

ATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTG 285
AY555966 ATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTG 300
          *****

GCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGGTGTGGGG 345
AY555966 GCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGGTGTGGGG 360
          *****

ACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCCACTTCCCTCGGCGCCGCCCGCGAAA 405
AY555966 ACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCC-CTTCCCTCGGCGCCGCCCGCGAAA 419
          *****

TGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACTCGCATCAGGAGCG 465
AY555966 TGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGEGTAGTAGCACAACTCGCATCAGGAGCG 479
          *****

CGA----- 468
AY555966 CGGCGCGGCCACTGCCGTAAACGCCCAACTTTTTTTAAGA 520

```

ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
 ไอโซเลต EUB26-08 กับเชื้อรา *Verticillium catenulatum* (AY555966) หรือ *Pochonia*
chlamydosporia var. *catenulata* จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย *
 แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

-----CCAA---CCATGTGAACTTATAC-ATTTACAACCGTTGCTTCG 39
AB214654 TACCGAGTTTTCAACTCCCAAACCCCATGTGAACTTATACCATTTACAACCGTTGCTTCG 1800
          ****      *****

GCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGCGGCCCGCCGGGGGACCCAAAC 99
AB214654 GCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGCGGCCCGCCGGGGGACCCAAAC 1860
          *****

TCTAGATTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAACTTTCA 159
AB214654 TCTAGATTTTATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAACTTTCA 1920
          *****

ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGT 219
AB214654 ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGT 1980
          *****

GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTC 279
AB214654 GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTC 2040
          *****

TGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCA-CGGTTTGGTGTGG 338
AB214654 TGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGGTGTGG 2100
          *****

GGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCCCTTCCCTCGGCGCCGCCCCCGAA 398
AB214654 GGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCCCTTCCCTCGGCGCCGCCCCCGAA 2160
          *****

ATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACCTCGCATCAG-AGC 457
AB214654 ATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACCTCGCATCAGGAGC 2220
          *****

GCGACGCGGCCACTGCCGTTAAAGCCCAA--TTTTTTAAGAGT----- 499
AB214654 GCGGCGCGGCCACTGCCGTTAAACGCCCACTTTTTTTAAGAGTTGACCTCGAATCAGGT 2280
          ***      *****

```

ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต EUB26-02 กับเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* (AB214654) หรือ
Pochonia chlamydosporia var. *catenulata* ฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มี
เครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

AB214654 -----CATCCAA---CCATGTGAACTTATAC-ATTTACAACCGTTGCTTCG 42
TACCGAGTTTTCAACTCCCAAACCCCATGTGAACTTATACCATTTACAACCGTTGCTTCG 1800
*      *      *      *      *      *      *      *      *      *

AB214654 GCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCCGGGGACCCAAAC 102
GCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCCGGGGACCCAAAC 1860
*****

AB214654 TCTAGATTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAAACTTTCA 162
TCTAGATTTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAAACTTTCA 1920
*****

AB214654 ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGT 222
ACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGT 1980
*****

AB214654 GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTC 282
GAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTC 2040
*****

AB214654 TGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGGTGTGG 342
TGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGGTGTGG 2100
*****

AB214654 GGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCTCCCTCGGCGCCGCCCGCCG-GAA 401
GGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCTCCCTCGGCGCCGCCCGCCCGAA 2160
*****

AB214654 ATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAAC-TCGCATCAGGAGC 460
ATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACCTCGCATCAGGAGC 2220
*****

AB214654 GCGACGCGGC-ACTGCCGTAAAAAGCCCAAATTTTTTTAAGAGTTGACCTCGAATCAGGT 519
GCGGCGCGGCCACTGCCGTAAAAAGCCCAAATTTTTTTAAGAGTTGACCTCGAATCAGGT 2280
*** *****

AB214654 AGGAATACCCGCTGAA----- 535
AGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAAAGA 2326
*****

```

ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต EYT35-09 กับเชื้อรา *Pochonia chlamydosporia* (AB214654) หรือ *Pochonia*
chlamydosporia var. *catenulata* จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย *
แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

-----CCATTACAACCGTT 15
AF108468 AGGACATTACCGAGTTTCAACTCCCAAACCCCATGTGAATTATACCATTACAACCGTT 60
*****

GCTTCGGCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCGGGGGAC 75
AF108468 GCTTCGGCGGGTTCTCGCCCCGGGCTTTACACCCCGGAACCAGGCGGCCCGCGGGGGAC 120
*****

CCAAACTCTAGATTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAAA 135
AF108468 CCAAACCTCTAGATTTATATTTTAGCATGTCTGAGTGGAATCATTACAAAATGAATCAAAA 180
*****

60 CTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAG 195
AF108468 CTTTCAACAACGGATCTCTTGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAG 240
*****

TAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCA 255
AF108468 TAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCA 300
*****

GTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCA-CCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGG 314
AF108468 GTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTCAACCCTCAAGCCCCAGCGGTTTGG 360
*****

TGTTGGGGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCCCTTCCCTCGGCGCCGCC 374
AF108468 TGTTGGGGACCGGCGAGTACAGAGGCTTTGGGGACTTGTCCCCCTTCCCTCGGCGCCGCC 420
*****

CCCGAAATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACTCGCATC 434
AF108468 CCCGAAATGAATTGGCGGTCTCGTCGCGGCCTCCTCTGCGTAGTAGCACAACTCGCATC 480
*****

AGGAGCGCGACGCGGCCACTGCCGTTAAACGCCCAAATTTTTTAAGAG----- 483
AF108468 AGGAGCGCGGCGCGGCCACTGCCGTTAAACGCCCAAATTTTTTAAGAGTTGACCTCGAA 540
*****

-----
AF108468 TCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA 587

```

ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต EUB47-01 กับเชื้อรา *Diheterospora chlamydosporia* (AF108468) หรือ
Pochonia chlamydosporia var. *catenulata* จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มี
เครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

-----TCCCACC-GTGTTTATCGTACCT 22
DQ187954 AGGATCATTACCGAGTGAGGGCCCTTTGGGTCCAACCTCCCACCCGTGTTTATCGTACCT 60
          *****
          TGTTCGCTTCGGCGGGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCATCTGCCCCGGGGCCCGCGCC 82
DQ187954 TGTTCGCTTCGGCGGGCCCGCCTCACGGCCGCCGGGGGGCATCTGCCCCGGGGCCCGCGCC 120
          *****
          CGCCGAAGACACCATTTGAACGCTGTCTGAAGATTGCAGTCTGAGCATCTTAGCTAAATCA 142
DQ187954 CGCCGAAGACACCATTTGAACGCTGTCTGAAGATTGCAGTCTGAGCATCTTAGCTAAATCA 180
          *****
          GTTAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG 202
DQ187954 GTTAAACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG 240
          *****
          CGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCG 262
DQ187954 CGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAGTCTTTGAACGCACATTGCG 300
          *****
          CCCTCTGGTATTCCGGAGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGGCT 322
DQ187954 CCCTCTGGTATTCCGGAGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTGCTGCCCTCAAGCACGGCT 360
          *****
          TGTGTGTTGGGTCCCCGCCCCCTGCTTCCAGGGGGCGGACCCGAAAGGCAGCGGCGGCAC 382
DQ187954 TGTGTGTTGGGGCCCCGCCCCCTGCTTCCAGGGGGCGGCCCCGAAAGGCAGCGGCGGCAC 420
          *****
          CGCGTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTCGTCACCCGCTCTTGTTAG-CCCGGCCGGCGC 441
DQ187954 CGCGTCCGGTCCTCGAGCGTATGGGGCTTCGTCACCCGCTCTTGTTAGGCCCGGCCGGCGC 480
          *****
          CCGCCGGCGACCCCATC--ATCTTTC----- 466
DQ187954 CCGCCGGCGACCCCAATCAATCTTTTCAGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGC 540
          *****
          -----
DQ187954 TGAACCTAAGCATATCAATAAGAGAGAGGAA 571

```

ภาพที่ 35 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา

ไอโซเลต EUB48-06 กับเชื้อรา *Paecilomyces* sp. GZDX-IFR-A10.1 (DQ187954)
จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของ
นิวคลีโอไทด์)

```

-----AATAACAACCTT--GGTTTGGCCTTTGGGCGGG-GCC 34
EF123523 AGATTCGCTAGTTGGAGGGGCCTCGCGGCCACCTCCCACCCTTGTCTCTATACACCTGTT 60
          * * * * * * * * * *

AACCCGGGGGCCCAACATTGGTCGCCCCG-----GGGGAACGCTCGTCCCCGGGCCCCGCG 89
EF123523 GCTTTGGCGGGCCACCGGGGCCACCTGGTCGCCGGGGGACGCACGTCCCCGGGCCCCGCG 120
          ** * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

CCCGCCGGAGCGCCCCCTGTGAACCTGATGAAGATGGGCTGTCTGAGTACAATGAAAATT 149
EF123523 CCCGCCGAAGCGCGC-TGTGAACCTGATGAAGATGGGCTGTCTGAGTACTATGAAAATT 179
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

GTCAAACTTTCAACAATGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG 209
EF123523 GTCAAACTTTCAACAATGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG 239
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

CGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATCCGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG 269
EF123523 CGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATCCGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG 299
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

CCCCCTGGCATTCGCGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCTGCCCTCAAGCGCGGCT 329
EF123523 CCCCCTGGCATTCGCGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTTCTGCCCTCAAGCACGGCT 359
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

TGTGTGTTGGGTGTGGTCCCCCGGGGACCTGCCCGAAAGGCAGCGGCGACGTCCGTCTG 389
EF123523 TGTGTGTTGGGTGTGGTCCCCCGGGGACCTGCCCGAAAGGCAGCGGCGACGTCCGTCTG 419
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

GTCCTCGAGCGTATGGGGCTCTGTCACTCGCTCGGGAAGGACCTGCGGGGGTTGGTCACC 449
EF123523 GTCCTCGAGCGTATGGGGCTCTGTCACTCGCTCGGGAAGGACCTGCGGGGGTTGGTCACC 479
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

ACCACATTTTACCACGGTTGACCCTCGGATCCAGTAG----- 486
EF123523 ACCACATTTTACCACGGTTGACC-TCGGATCAGGTAGGAGTTACCCGCTGAACCTAAGCA 538
          * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

-----
EF123523 TATCAATAAGCGGAGGAA 556

```

ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต SSK49-07 กับเชื้อรา *Talaromyces flavus* (EF123523) จากฐานข้อมูล
GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

```

-----GGGCCC--GCGGCCCAAC-TCCCACCCTTGTCTCTATACACCTG 41
AJ853738 GATCATTACCGAGTGC GGGGCCCTCGCGGCCCAACCTCCCACCCTTGTCTCTATACACCTG 60
          *****
          *****

TTGCTTTGGCGGGCCACCGGGGCCACCTGGTTCGCCGGGGGACGCTCGTCCCCGGGCCCCG 101
AJ853738 TTGCTTTGGCGGGCCACCGGGGCCACCGGTTCGCCGGGGGACGCTTTGTCCCCGGGCCCCG 120
          *****
          *****

TGCCCCCGGAGCGCCCTGTGAACCCTGATGAAGATGGGCTGTCTGAGTACAATGAAAAT 161
AJ853738 CGCCCCCGGAAGCGCCCTGTGAACCCTGATGAAGATGGACTGTCTGAGTACCATGAAAAT 180
          *****
          *****

TGTCAAAACTTTCAACAATGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAT 221
AJ853738 TGTCAAAACTTTCAACAATGGATCTCTTGGTTCCGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAT 240
          *****
          *****

GCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCCGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC 281
AJ853738 GCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTCCGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGC 300
          *****
          *****

GCCCCCTGGCATTCCGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTCTGCCCTCAAGCGCGGC 341
AJ853738 GCCCCCTGGCATTCCGGGGGGCATGCCTGTCCGAGCGTCATTCTGCCCTCAAGCACGGC 360
          *****
          *****

TTGTGTGTTGGGTGTGGTCCCCCGGGGACCTGCCCGAAAGGCAGCGGCGACGTCCGTCT 401
AJ853738 TTGTGTGTTGGGTGTGGTCCCTCCGGGGACCTGCCCGAAAGGCAGCGGCGACGTCCGTCT 420
          *****
          *****

GGTCCTCGAGCGTATGGGGCTCTGTCACTCGCTCGGGAAGGACCTGCGGGGGTTGGTC-C 460
AJ853738 GGTCCTCGAGCGTATGGGGCTCTGTCACTCGCTCGGGAAGGACCTGCGGGGGTTGGTCAC 480
          *****
          *****

CACCGCATTTACCACGGTTGACCTCGGATCAG-TAGGAGTTACCCGCTGAACCTAGC 516
AJ853738 CACCATATTTACCACGGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAGTTACCCGCTGAACCTAA- 536
          *****
          *****

```

ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา
ไอโซเลต SUB33-13 กับเชื้อรา *Penicillium marneffei* (AJ853738) จากฐานข้อมูล
GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)

ภาพที่ 38 การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS1-5.8S-IST2 ของ rDNA ของเชื้อรา ESR56-06 กับเชื้อรา *Trichoderma strigasum* strain Dis 173 k (DQ109531) จากฐานข้อมูล GenBank (บริเวณที่มีเครื่องหมาย * แสดงความเหมือนกันของนิวคลีโอไทด์)