Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 59-62 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 59-62 (2559)

การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ในการควบคุมเชื้อรา *Curvularia lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าว (*Oryza sativa* L.)

Study on Antagonistic Activity of *Trichoderma* sp. for Controlling *Curvularia lunata* the Causal Agent of Dirty Panicle in Rice (*Oryza sativa* L.)

ปิยาภรณ์ ทองบ้านไทร[1] ธิติ ทองคำงาม[2] และ ถนิมนันต์ เจนอักษร[2]

Piyaporn Thongbansai[1], Titi Thongkamngam[2] and Tanimnun Jaenaksorn[2]

Abstract

Antagonistic activity of 3 isolates of *Trichoderma* sp. (Tr-1, Tr-2 and Tr-3) was determined for controlling *Curvularia lunata* the causal agent of dirty panicle in rice (*Oryza sativa* L.). Dual culture test revealed that all three tested *Trichoderma* sp. had ability in inhibiting the mycelial growth of all 5 isolates (C-11, C-12, C-23, C-24 and C-25) of *C. lunata* in the range of 47-61 percent. Regarding the antagonistic mechanisms, competition and exploitation were noted. For experiment on two varieties of rice were used. The result showed that the treatments treated with three test *Trichoderma* sp. Isolates showed percent disease severity on Pathum Thani 1 and Suphanburi 1 in the range of 40.1-41.7 and 41.2-43.8 percent, respectively at 9 days after inoculation which were significantly less than that in inoculated control.

Keywords: Dirty panicle, *Curvularia lunata* and *Trichoderma* sp.

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จำนวน 3 ไอโซเลท (Tr-1, Tr-2 และ Tr-3) ในการควบคุมเชื้อรา *Curvularia lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าว (*Oryza sativa* L.) ด้วยวิธี dual-culture test พบว่า เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ทั้ง 3 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. lunata* จำนวน 5 ไอโซเลท (C-11, C-12, C-23, C-24 และ C-25) อยู่ในช่วง 47-61 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. (Tr-3) ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ทางการค้ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยได้ดีที่สุด ส่วนกลไกหลักในการยับยั้งที่พบ คือ competition และ exploitation สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ในการควบคุมเชื้อรา *C. lunata* (C-12) บนต้นกล้าข้าว 2 สายพันธุ์ พบว่า ในวันที่ 9 หลังการปลูกเชื้อ กรรมวิธีที่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ทั้ง 3 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคบนต้นกล้าข้าวปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 อยู่ในช่วง 40.1-41.7 และ 41.2-43.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีปลูกเชื้อ

คำสำคัญ: โรคเมล็ดด่างข้าว, เชื้อรา *Curvularia lunata* และเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp.

คำนำ

โรคเมล็ดด่างของข้าว (Black kernel, Dirty panicle หรือ Grain discoloration) เป็นโรคที่สำคัญที่สร้างความเสียหายให้กับเมล็ดข้าวโดยมีสาเหตุจากเชื้อรา *Curvularia lunata* (Wakk.) Boedijn (teleomorph: *Cochiobolus lunatus*) (Mew and Gonzales, 2002) ทำให้เมล็ดข้าวเกิดแผล เป็นจุดสีดำและน้ำตาล ถ้าระบาดมากในนาข้าวจะส่งผลทำให้เมล็ดลีบ คุณภาพของข้าวต่ำลง (Thavong, 2002) เชื้อราสาเหตุโรคดังกล่าวยังสามารถแพร่ระบาดในยุ้งฉาง อีกทั้งยังสามารถอยู่ข้ามฤดู ตลอดจนติดไปกับเมล็ดพันธุ์ของข้าว เมื่อเกษตรกรปลูกข้าวด้วยเมล็ดพันธุ์ที่เป็นโรคเมล็ดด่างจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดลดต่ำลง (Mew, 1994) ดังนั้นโรคเมล็ดด่างจึงเป็นโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญต่อการเก็บเมล็ดพันธุ์และการเพาะปลูกข้าวเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแนวทางในการป้องกันกำจัดที่ง่ายและได้ผลรวดเร็ว คือ การใช้สารเคมี อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีก็ยังก่อให้เกิดโรคจากการดื้อยา การปนเปื้อน และการตกค้างของสารเคมี

ปัจจุบันมีนักวิจัยหลายๆ ท่านใช้วิธีการชีววิธี (biocontrol) โดยนำเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีคุณสมบัติในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotics) การแข่งขัน (competition) การเป็นปรสิต (mycoparasitism) และการชักนำให้เกิด

[1] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10520

[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart university Bangkok 10520

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[2] Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ความต้านทาน (induced resistance) (Vinale *et al*., 2008) มาควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Sclerotium* spp., *Pythium* spp. และ *Fusarium* spp. ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุของโรคเมล็ดเน่า รากเน่า เป็นต้น โดยปัจจุบันได้มีการผลิตเชื้อ *T. harzianum* เป็นผลิตภัณฑ์ใช้ในการควบคุมโรคพืชอย่างแพร่หลายทั้งในพืชผัก ไม้ประดับ พืชไร่ พืชสวน ต่างๆ (Tang *et al*., 2001; จิระเดช, 2538; ธิติ และคณะ 2556) ด้วยเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จากแหล่งที่มาต่างๆ เช่น ดินธรรมชาติ สารละลายธาตุอาหารในระบบปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ และผลิตภัณฑ์ทางการค้า ในการควบคุมเชื้อรา *C. lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าว ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและบนต้นกล้าข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การแยกเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวและเชื้อราปฏิปักษ์

เก็บตัวอย่างข้าวที่แสดงอาการโรคเมล็ดด่าง (ใบ และ เมล็ด) จากตำบลวังมะนาว อ. ปากท่อ จ. ราชบุรี มาแยกเชื้อโดยวิธี Tissue transplanting method จัดจำแนกและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา พร้อมทั้งถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เชื้อรา *Trichoderma* sp. แยกมาจากดินธรรมชาติ สารละลายธาตุอาหารในระบบปลูกพืชไฮโดรโพนิกส์ และผลิตภัณฑ์ทางการค้า โดยใช้อาหาร *Trichoderma* selective medium จัดจำแนกและศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *C. lunata* โดยวิธี Dual-culture antagonistic test

เลี้ยงเชื้อรา *Trichoderma* sp. และเชื้อรา *C. lunata* วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในลักษณะที่ตรงข้ามกัน โดยแต่ละเชื้อให้มีระยะห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 เซนติเมตร ตามวิธีการของ (Dennis and Webster, 1971) สำหรับชุดควบคุม (control) แยกเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง บันทึกผล วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อรา *C. lunata* พร้อมทั้งคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อ (Growth inhibition; GI) และบันทึกกลไกการยับยั้ง

3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ในการควบคุมเชื้อรา *C. lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวในระยะกล้า

ก่อนการทดสอบได้ประเมินความสามารถในการก่อให้เกิดโรค (pathogenicity test) ของเชื้อรา *C. lunata* บนใบ เมล็ด และนำไอโซเลทที่รุนแรงที่สุดมาใช้ในการทดลองนี้ (ไม่แสดงผลการทดลอง) โดยวางแผนการทดลองแบบ ***Completely*** randomized design (CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธีๆ ละ 6 ซ้ำๆ ละ 15 ต้น กับกล้าข้าว 2 สายพันธุ์คือ ปทุมธานี 1 และสุพรรณบุรี 1 ดังนี้ 1 กรรมวิธีควบคุม (Healthy control), 2 ปลูกเชื้อ *C. lunata* (C-12) (Inoculated control), กรรมวิธี 3-5 ใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. ที่ได้จากข้อที่ (1) โดยใช้ความเข้มข้น 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร จำนวน 5 มิลลิลิตรฉีดพ่นกล้าข้าว 15 ต้น คลุมกล้าข้าวด้วยถุงพลาสติก 3 วัน จากนั้นฉีดพ่น spore suspension C-12 ที่ 10^6 สปอร์/มิลลิลิตร ปริมาณ 5 มิลลิลิตรต่อ 15 ต้น คลุมถุง 3 วัน

ระดับความรุนแรงของโรค (ดัดแปลงจาก IRRI, 2002) แบ่งเป็น 0 คือ ไม่เกิดโรค, 1 ขนาดแผล 0-0.2 เซนติเมตร, 2 = 0.3-0.4 เซนติเมตร, 3 = 0.5-0.6 เซนติเมตร, 4 = 0.7-0.8 เซนติเมตร และ 5 = ต้นตาย บันทึกผลการทดลอง โดยวัดขนาดแผล และคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและความรุนแรงของโรค

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การแยกเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวและเชื้อราปฏิปักษ์

จากการศึกษาลักษณะอาการโรคเมล็ดด่างของข้าว พบจุดแผลบนใบ รูปไข่ สีน้ำตาลเข้ม มีสีเหลืองล้อมรอบ ขนาด 0.2–0.5 เซนติเมตร (Figure 1A) ส่วนอาการบนเมล็ดพบกลุ่มของเส้นใยเชื้อราสีดำปกคลุม (Figure 1B) เมื่อส่องกล้องสเตอริโอ พบ conidiophore และ conidia (Figure 1C) และเมื่อแยกเชื้อราและจัดจำแนกแล้ว พบว่าเป็นเชื้อรา *C. lunata* ตามการจัดจำแนกของ Agrios (2005) จำนวน 5 ไอโซเลท คือ C-11, C-12, C-23 (จากเมล็ด) และ C-24 และ C-25 (จากใบ) โดยโคโลนีมีสีดำ เส้นใยเจริญฟูบนอาหาร PDA (Figure 1D) conidia มีลักษณะรูปร่าง fusiform ขนาดเฉลี่ย 20.06 x 9.19 μm (Figure 1E)

สำหรับเชื้อรา *Trichoderma* sp. แยกได้ทั้งหมด 3 ไอโซเลท คือ Tr-1, Tr-2 และ Tr-3 โคโลนีมีสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม สร้าง conidiophores ที่แตกกิ่งก้าน 2 หรือ 3 กิ่ง ปลาย conidiophores มีโครงสร้าง phialide รูปร่างเป็นรูปกรวย มีขนาด 5-7 x 3-3.5 μm จัดจำแนกเป็นเชื้อรา *T. harzianum*

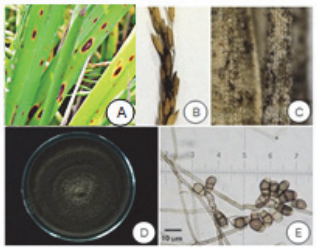

Figure 1 Dirty panicle disease (A), dirty panicle disease on leaf and seed (B), symptom on seed (C), colony of *C. lunata* on PDA 11 day (D) and Conidia of *C. lunata* (E)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. ในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อรา *Curvularia lunata* โดยวิธี Dual-culture antagonistic test

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* 3 ไอโซเลท (Tr-1, Tr-2 และ Tr-3) พบว่า ทั้ง 3 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญทางเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคได้ โดยในช่วง 3-5 วันแรก มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ในช่วง 5.8-56 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (วันที่ 9 หลังการปลูกเชื้อ) พบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเพิ่มสูงขึ้น (47-61 %) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศที่ได้ระบุว่า เชื้อรา *T. harzianum* มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* ได้สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (Almeida *et al.*, 2007) และเชื้อรา *Ganoderma* sp. ได้ 62 เปอร์เซ็นต์ (Naher *et al.*, 2012) สำหรับกลไกการยับยั้งที่พบในระยะแรก จะเริ่มสังเกตเห็นกลไกแบบ antibiosis แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปกลไก antibiosis นั้น จะถูกคลุมทับด้วยกลไก competition ส่วน exploitation ที่พบเป็นแบบ parasite เข้าทำลายเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคได้ (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแสงมณีและคณะ (2540) ที่พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถเจริญคลุมทับเชื้อรา *Phytophthora* sp. แล้วสร้างเส้นใยพันรัด ทำให้ผนังเซลล์ถูกย่อยสลาย ส่งผลให้เส้นใยผิดปกติและไม่สามารถเจริญต่อไปได้

Table 1 Antagonistic effects of 3 isolates of T. harzianum on colony growth of 5 isolates of Curvularia lunata using Dual-culture antagonistic test

Isolate of *Curvularia lunata*	*T. harzianum* (Tr-1)							*T. harzianum* (Tr-2)							*T. harzianum* (Tr-3)						
	Growth inhibition over control (%)[1/]				Antagonistic mechanism[2/]			Growth inhibition over control (%)				Antagonistic mechanism			Growth inhibition over control (%)				Antagonistic mechanism		
	Day 3	Day 5	Day 7	Day 9	Day 3	Day 5	Day 9	Day 3	Day 5	Day 7	Day 9	Day 3	Day 5	Day 9	Day 3	Day 5	Day 7	Day 9	Day 3	Day 5	Day 9
C-11	21.1	42.2	50.5	54.1	C	C	E	5.8	47.1	50.9	53.2	C	C	E	23	52	57	58.8	C	C	E
C-12	11.1	35.3	44.2	47	C	C	E	11.7	51.3	51.4	56.7	C	C	E	23	52	55	58	C	C	E
C-23	9.5	35	44	47.1	A	C	E	9.1	48.1	51.5	54.4	A	C	E	18	50	55	57	A	C	E
C-24	17.2	44.4	52.1	55.3	C	C	E	11.9	48.1	51.7	52.6	C	C	E	23	56	60	61	C	C	E
C-25	22.6	46	51.9	55.5	C	C	E	15.6	49.5	53.6	53.7	C	C	E	16	49	53	55	C	C	E

[1/] %Growth inhibition over control = ((D1 – D2) / D1) x 100 (D1-diameter of radial growth of *Curvularia lunata* in control ; D2-diameter of radial growth of *Curvularia lunata* in treatment)

[2/] Antagonistic mechanism : A = Antibiosis, C = Competition and E = Exploitation

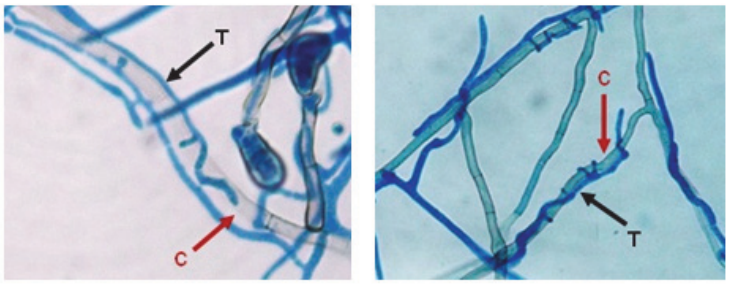

Figure 2 Hyphal interaction as mycoparasitism between T. harzianum (T) and Curvularia lunata (C)

3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. 3 ไอโซเลท ในการควบคุมเชื้อรา *Curvularia lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวในระยะกล้า

การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อรา *T. harzianum* จำนวน 3 ไอโซเลท ในการควบคุมโรคเมล็ดด่างบนกล้าข้าว 2 พันธุ์ พบว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 โรคแสดงอาการโรคหลังจากปลูกเชื้อได้ 3-5 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (Disease incidence,

DI = 84.4-93.3 %) และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (Disease severity, DS = 42.8-66.1%) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า (DI สูงขึ้นถึง 100 % และ DS = 86.3 %) สำหรับกรรมวิธีที่ใส่ด้วย Tr-1, Tr-2 และ Tr-3 พบว่า มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดโรคเมล็ดด่างได้ดีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบ DI = 72.2 -73.3 % และ DS = 41.3 - 41.7 % ส่วนกรรมวิธีควบคุม (Healthy control) พืชยังเจริญเป็นปกติดี (Figure 3) ส่วนข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 กรรมวิธีที่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* ให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กล่าวคือ กรรมวิธีที่ใส่เชื้อรา *T. harzianum* 3 ไอโซเลท (DI = 73.1-75.7 % และ DS = 41.2-43.8 %) จากผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธิติและคณะ 2556 ได้ทดสอบเชื้อรา *Trichoderma* sp. จำนวน 14 ไอโซเลท และสามารถลดความรุนแรงของโรคบนใบผักสลัดที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ3 ชนิด *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ *Fusarium oxysporum* f.sp. *lactucae* ได้ 50-80 เปอร์เซ็นต์

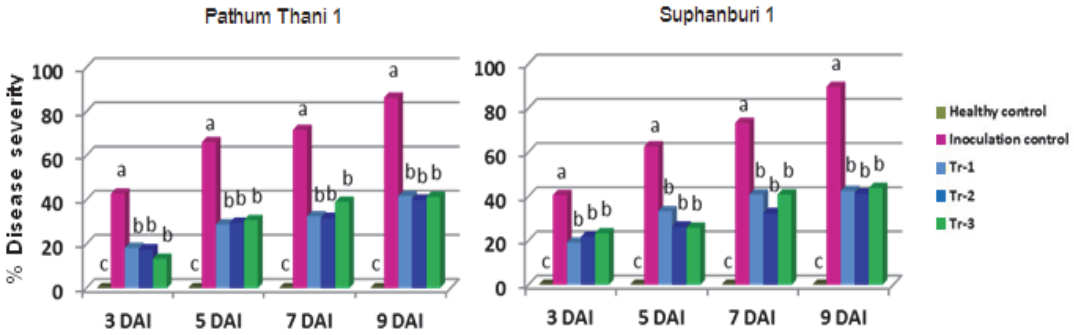

Figure 3 Effect of 3 isolates of antagonistic *T. harzianum* (Tr-1, Tr-2 and Tr-3) in controlling dirty panicle of rice in the seedling stage

สรุปผลการทดลอง

การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *T. harzianum* ไอโซเลทที่แยกได้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *C. lunata* สาเหตุโรคเมล็ดด่างของข้าวจำนวน 5 ไอโซเลท (C-11, C-12, C-23, C-24 และ C-25) ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและลด DI และ DS ของโรคเมล็ดด่างในระยะกล้าของข้าว จากงานวิจัยในครั้งนี้น่าจะนำเอาไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาใช้เป็นผลิตภัณฑ์และควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2538. การควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา. วารสารเคหะการเกษตร 19(10): 159-165.

ธิติ ทองคำงาม, พรหมมาศ คูหากาญจน์ และถนิมนันต์ เจนอักษร. 2556. การประเมินความสามารถในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ในสภาพห้องปฏิบัติการของ *Trichoderma* ไอโซเลท ต่อเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* สาเหตุโรคเหี่ยวของผักสลัดที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า31 (3): 57-67.

แสงมณี ชิงดวง, ประเสริฐ เคร่งเปี่ยม และสุชาติ วิจิตรานนท์. 2540. ผลของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ที่มีต่อเชื้อรา *Phytophthora parasitica* และ *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากเน่าของพริกไทยและโรคเน่าดำของวนิลา. วารสารโรคพืช 12:13-25.

Agrios, G.N. 2005. Plant pathology 5[ed.] Academic Press, New York. 992p.

Almeida, F., F.M. Cerqueira, R.D.N. Silva, C.J. Ulhoa and A.L. Lima. 2007. Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* strains against *Rhizoctonia solani*. Biotechnology Letters 29: 1189-1193.

Dennis, C. and J. Webster. 1971. Antagonist properties of species group of *Trichoderma*; Production of volatile antibiotics. Transactions British Mycological Society 57: 41-78.

International Rice Research Institute (IRRI). 2002. Standard evaluation system for rice (SES). INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUE, Manila, Philippines. 56p.

Mew, T.W. 1994. Why clean seeds are important. Report Planning Workshop on Clean Seed for Post Management. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 5-6.

Mew, T.W. and P. Gonzales. 2002. A handbook of rice seed borne fungi. International Rice Research Institute Manila, Philippines. 83p.

Naher, L., U. YusufK, S. Siddiquee, J. Ferdous and M. A. Rahman. 2012. Effect of media on growth and antagonistic activity of selected *Trichoderma* strains against *Ganoderma*. African Journal of Microbiology Research 6: 7449-7453.

Patil, A., A. Laddha, A. Lunge, H. Paikrao and S. Mahada. 2012. *In vitro* antagonistic properties of selected *Trichodema* species against tomato root rot causing *Pythium* species. International Journal of Science, Environment and Technology 1(4): 302-315.

Tang, W., H. Yang and M. Ryder. 2001. Research and application of *Trichoderma* spp. *In*: S.B. Pointing and K.D. Hyde (Eds.). Biological control of plant pathogens. Bio-exploitation of Filamentous Fungi Fungal Diversity Research Series 6: 403-435.

Thavong, P. 2002. Effect of dirty panicle disease on rice seed vigor. Agricultural Research Journal 20: 111-120.

Vinale, F., K. Sivasithamparam, E.L. Ghisalberti, R. Marra, S.L. Woo and M. Lorito. 2008. *Trichoderma* plant pathogen interactions. Soil Biology and Biochemisty 40(1): 1-10.