รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย :** อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์อย่างยั่งยืน
2. **โครงการวิจัย** : การอนุรักษ์จุลินทรีย์ทางการเกษตรเพื่อใช้ประโยชน์
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) :** การทดสอบคุณสมบัติการเพิ่มขยายราปฏิปักษ์ควบคุมโรครากปมในอาหารต่างๆ

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Mass rearing of Antagonistic fungi for Controlling Root knot Disease

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง : นางนุชนารถ ตั้งจิตสมคิด
สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

ผู้ร่วมงาน : นางสาวมัลลิกา แก้ววิเศษ
สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

5. **บทคัดย่อ**

การทดสอบเพาะขยายราปฏิปักษ์ *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยสาเหตุโรครากปม (*Meloidogyne* spp.) ในเมล็ดธัญพืช 5 ชนิด ได้แก่ เมล็ดข้าวฟ่าง ข้าวโพด ลูกเดือย ถั่วเขียว และถั่วเหลือง ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว บ่มเพาะเป็นเวลา 7 วัน พบว่ารา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate สามารถเจริญได้ดีและผลิตสปอร์ได้ปริมาณมากในเมล็ดข้าวฟ่าง มีจำนวนสปอร์สูงที่สุดเท่ากับ 9.08×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือเมล็ดข้าวโพด เท่ากับ 7.64×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่วนในลูกเดือย ถั่วเขียว และถั่วเหลือง มีค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ราเท่ากับ 3.29×10^5 2.36×10^5 และ $2..88\times10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อทำการทดสอบความสามารถของราที่เพาะขยายในเมล็ดธัญพืชทั้ง 5 ชนิด ในการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมพบว่า มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายไข่ได้ระหว่าง 65-78 %

6. **คำนำ** :

การศึกษาการใช้จุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีมากกว่า 500 เรื่อง (Kerry, 1987) เป็นเรื่องเชื้อราใช้กับดักหรือห่วงดัก 57 % เชื้อราที่เป็น endoparasite 19 % แบคทีเรีย 5 % โปรโตซัว 3 % rickettsia 2 % tardigrade <1 % virus <1 % ไส้เดือนฝอย 7 % ไรต่างๆ 2 % collemmbola 1 % enchytrid < 1 % turbellarian < 1 % แมลง

ชนิดอื่นๆ < 1 % จะเห็นได้ว่าเชื้อราได้มีการศึกษากันมากที่สุดรวม 76% เชื้อราที่มีการศึกษากันมาก ได้แก่ เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus, P. nostocoides* และ *Acremonium* spp. เป็นต้น

Jatala (1985; 1986) เป็นบุคคลแรกที่พบว่ารา *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson สามารถใช้ป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. ได้ดี ซึ่งพบว่าราชนิดนี้สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชได้หลายชนิดรวมทั้งไส้เดือนฝอยรากปม และ cyst nematodes

Dunn (1983) สามารถแยกได้เชื้อรา *P. nostocoides* จาก cyst ของไส้เดือนฝอย *Heterodera zeae* แต่เนื่องจากมีรูปร่างลักษณะทางสัณฐานและโครงสร้างใกล้เคียงกับเชื้อรา *P. lilacinus* มาก Godoy *et al.* (1983) พิจารณาเห็นว่าเป็นสายพันธุ์ที่กลายพันธุ์มาจากเชื้อรา *P. lilacinus*

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่า *P. lilacinus* ที่แยกได้จาก isolate ต่างๆ มีความแตกต่างกันในความสามารถเข้าทำลายไส้เดือนฝอย บาง isolate ไม่สามารถเข้าทำลายไส้เดือนฝอยได้ (Dunn et al., 1982) ส่วนการใช้เชื้อราชนิดนี้ในสภาพไร่นั้นบางครั้งก็ไม่สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยได้ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเชื้อราอยู่เป็นจำนวนมาก (Hewett et al., 1988) จึงเห็นได้ชัดว่าจำเป็นจะต้องมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวเชื้อราอีกมาก รวมทั้งปฏิกิริยาระหว่างเชื้อรากับไส้เดือนฝอย การอยู่รอดของเชื้อราอาจอยู่ในรูปของการใช้อินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดินหรือในรูปของการเป็นพาราสิตกับไส้เดือนฝอย ปริมาณและคุณภาพของอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดิน การแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่นๆ สิ่งเหล่านี้อาจมีอิทธิพลต่อการเป็นพาราสิตต่อไส้เดือนฝอย (Stering, 1991)

ในปัจจุบันมีการศึกษาเชื้อราที่แยกได้จากดินหลายชนิด มาใช้ควบคุมโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย ได้แก่ รา *Paecilomyces lilacinus* เข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne incognita* และ *M. hapla* ในมะเขือเทศ และยังเพิ่มผลผลิตของมะเขือเทศอีกด้วย (Sikora, 1992) รา *Arthrobotrys dactyloides* และ *A. brochopaga* สร้าง ring traps รัดรอบๆ ลำตัวของไส้เดือนฝอย *A. oligospora* สร้างตาข่ายเหนียว (sticky nets) รา *Dactylaria haptotyla* และ *Nematoctonus* spp. สร้าง sticky knobs รา *Drechmeria coniospora* และ *Hirsutella rhossiliensis* สร้างสปอร์เหนียว ซึ่งราแต่ละชนิดจะสร้างกับดักและสร้างเส้นใยเข้าไปเจริญในตัวไส้เดือนฝอยและไส้เดือนฝอยจะตายในที่สุด นอกจากนั้นยังมีราไมคอร์ไรซา ได้แก่ เวสิคูลาร์ อาร์บัสคูลาร์ ไมคอร์ไรซา (วี-เอไมคอร์ไรซา) ซึ่งเป็นเชื้อราที่อาศัยอยู่ร่วมกับรากพืช โดยมีความสัมพันธ์แบบอำนวยประโยชน์ซึ่งกันและกัน สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่พืช โดยช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและลดการใช้ปุ๋ย ช่วยเพิ่มปริมาณการดูดธาตุฟอสฟอรัส ไนโตรเจน และจุลธาตุอาหารให้มากขึ้น (Jackson *et al.,* 2002; Nikitas *et al.,* 2002; Bagyaraj, 1992) และยังช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยในดินที่มีฟอสฟอรัสน้อย (มลชัย, 2541) เชื้อราวี-เอไมคอร์ไรซา สามารถลดปริมาณความหนาแน่นของไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีรายงานการลดความหนาแน่นของไส้เดือนฝอยกับผักชนิดอื่นๆ ด้วย (Sikora and Schonbeck, 1995)

จากการสืบค้นข้อมูลจุลินทรีย์ที่เป็นปฏิปักษ์กับไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในประเทศไทย มีรายงานผลงานวิจัยโดย สืบศักดิ์ (2533) รายงานว่ามีเชื้อรามากกว่า 400 ชนิดใน 15 สกุล ที่สามารถเข้าทำลายไส้เดือนฝอยได้

ศรศิลป์ (2536) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับเชื้อราที่สามารถใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยได้มีจำนวน 33 สกุลด้วยกัน ในจำนวนนี้มีเชื้อราสกุล *Paecilomyces* รวมอยู่ด้วย

มนตรี (2538) ได้ศึกษาการใช้เชื้อราร่วมกับแง่งขิงที่มีไส้เดือนฝอยรากปม โดยใช้เชื้อรารองก้นหลุมก่อนปลูกแง่งขิงที่มีไส้เดือนฝอยรากปมสามารถลดปริมาณไส้เดือนฝอยรากปมลงและให้ผลผลิตใกล้เคียงกับวิธีการใช้สารเคมี oxamyl จุ่มขิงก่อนปลูก

ในด้านการแยกและเพาะเลี้ยงเชื้อรา *Paecilomyces* ได้มีการศึกษา การแยกเชื้อราจากดินที่นิยมใช้คือวิธี dilution plate (เลขา, 2533; จิรเดช, 2536) สำหรับการเพาะเลี้ยงขยายปริมาณเชื้อรามีการใช้วัสดุหลายชนิดโดยมากจะใช้เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ข้าวโพด ข้าวเจ้าและข้าวฟ่าง ในประเทศไทย สุภกิจ (2532) และศรศิลป์ (2536) ใช้เมล็ดข้าวฟ่างเป็นวัสดุในการเพิ่มปริมาณเชื้อราและได้ผลดี

ดังนั้น รา *Paecilomyces* ที่แยกได้จากกลุ่มไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมในปี 2559 จึงควรนำมาทดสอบการเพาะขยายในเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ เพื่อได้ปริมาณมากในการนำไปใช้ควบคุมโรครากปมในสภาพไร่ ซึ่งจะเป็นแนวทางการป้องกันกำจัดโดยชีววิธีที่ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต และสภาพแวดล้อม ตลอดจนเพิ่มทางเลือกและการยอมรับของเกษตรกรในการควบคุมโรครากปมต่อไป

7. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ :

อุปกรณ์

1. ราปฏิปักษ์ *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ที่มีศักยภาพในการทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปม
2. เมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ลูกเดือย ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และข้าวฟ่าง
3. อาหารเลี้ยงเชื้อรา potato dextrose agar (PDA)
4. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการราวิทยา ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ชนิด Stereo microscope และ Compound microscope เครื่องแก้ว เครื่องชั่ง ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ไมโครปิเปต หม้อนึ่งแรงดัน
5. สารเคมี ได้แก่ แอลกอฮอล์ โซเดียมคลอไรด์ กลีเซอรีน และ streptomycin

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงราปฏิปักษ์บนอาหารชนิดข้าวฟ่าง

กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงราปฏิปักษ์บนอาหารชนิดข้าวโพด

กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงราปฏิปักษ์บนอาหารชนิดลูกเดือย

กรรมวิธีที่ 4 เลี้ยงราปฏิปักษ์บนอาหารชนิดถั่วเขียว

กรรมวิธีที่ 5 เลี้ยงราปฏิปักษ์บนอาหารชนิดถั่วเหลือง

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ แช่น้ำทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง เพื่อให้เมล็ดอ่อนตัว นึ่งสุกได้ง่ายไม่แข็งกระด้าง ทำการซาวเมล็ดธัญพืชขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปใส่ในลังถึงที่มีผ้าขาวบางรองอยู่ ปิดฝาลังถึง เปิดไฟปานกลาง นึ่งจนเมล็ดเกือบสุก พักไว้จนเมล็ดเย็น ตักเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ ปริมาณ 50 กรัม ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร อุดจุกสำลี ปิดทับด้วยกระดาษรัดยาง และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที นำมาพักไว้ให้เย็นและทำการเขย่าขวดเบาๆ ให้เมล็ดธัญพืชกระจายตัวออกจากกัน ทำการย้ายราปฏิปักษ์ชนิดที่มีศักยภาพในการทำลายไข่ของไส้เดือนฝอย ลงบนเมล็ดธัญพืช ปฏิบัติภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ โดยเจาะตรงบริเวณขอบของโคโลนีราปฏิปักษ์ด้วย cork borer ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่ภายในบรรจุเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ นำไปบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องจนราปฏิปักษ์เจริญคลุมเมล็ดธัญพืช เป็นเวลา 7 วัน ทำการตรวจนับสปอร์โดยการเจือจางสปอร์ของราปฏิปักษ์ที่เลี้ยงได้จากเมล็ดธัญพืชต่างๆ ด้วยวิธี ten fold serial dilution โดยเตรียมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดปริมาตร 25 มิลลิลิตร อุดด้วยจุกสำลี นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที นำ 0.05% Tween 80 ใส่ใน 5-7 หลอดต่อตัวอย่าง นำเมล็ดธัญพืชแต่ละชนิดที่มีราปฏิปักษ์เจริญอยู่ออกจาก Erlenmeyer flask น้ำหนัก 50 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่นและผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex mixer) ซึ่งได้ความเข้มข้นของสปอร์เท่ากับ 10-1 ใช้ไมโครปิเปตดูด spore suspension ที่ความเข้มข้น 10-1 ออกมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดน้ำกลั่นหลอดที่สองเขย่าให้เข้ากันจะได้ความเข้มข้นของสปอร์เท่ากับ 10-2 และ 10-5 หรือจนกว่าความหนาแน่นของสปอร์จะเจือจางจนสามารถนับได้

การบันทึกข้อมูล ตรวจนับจำนวนสปอร์ของราปฏิปักษ์ โดยใช้ Haemacytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2. การประเมินศักยภาพของราปฏิปักษ์ในการทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปม

ทำการทดสอบราปฏิปักษ์ที่เลี้ยงได้จากเมล็ดธัญพืชชนิดต่างๆ ในการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมโดยหยดสปอร์รา ที่ความเข้มข้น 105 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และไข่ไส้เดือนฝอย

ความเข้มข้น 300 ฟองต่อ 50 ไมโครลิตร ลงในถาดหลุมชนิด Tissue culture plate แบบ 24-well หลังจากนั้นตรวจการเข้าทำลายของราทุก 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 7 วัน

<u>การบันทึกข้อมูล</u> ตรวจนับจำนวนไข่ที่ถูกทำลาย และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลาย

เวลาสถานที่

เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2559 สิ้นสุดเดือนกันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กทม.

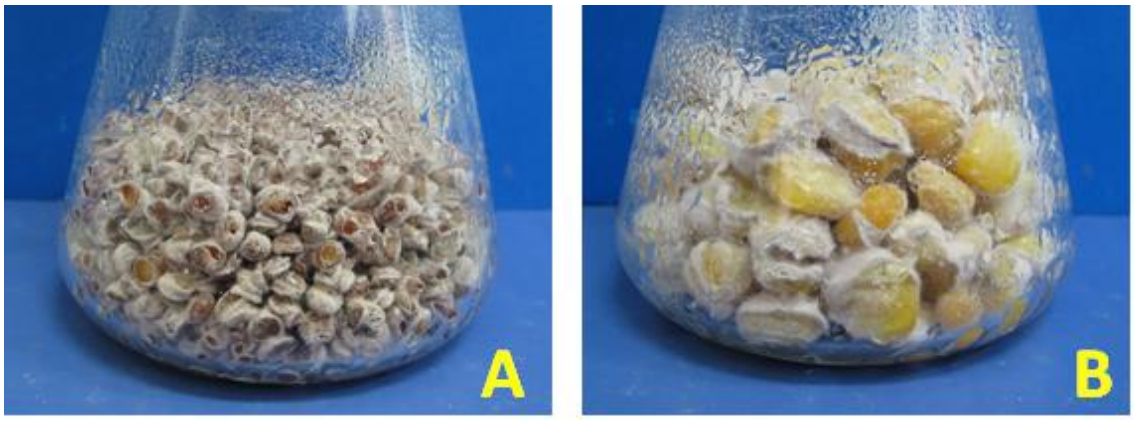
8. ผลการทดลองและวิจารณ์ :

การเพาะเลี้ยงรา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ในเมล็ดธัญพืช 5 ชนิด ได้แก่ ข้าวฟ่าง ข้าวโพด ลูกเดือย ถั่วเขียว และถั่วเหลือง ทั้งหมดจำนวน 5 ซ้ำ พบว่า รา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate สามารถเจริญได้ดีและผลิตสปอร์ได้ปริมาณมากในข้าวฟ่าง รองลงมาคือข้าวโพด โดยพบว่าที่อายุ 3 วันหลังใส่เชื้อ มีเส้นใยราเจริญปกคลุมในข้าวฟ่างและข้าวโพด ส่วนในลูกเดือย ถั่วเขียว และถั่วเหลือง มีเส้นใยของราเจริญอยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่ออายุครบ 7 วัน พบว่าข้าวฟ่างและข้าวโพดมีเส้นใยของราเจริญปกคลุมทั่วทั้งหมด (ภาพที่ 1)

จากผลของการนับจำนวนสปอร์ของรา มีค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ที่เลี้ยงในข้างฟ่างสูงที่สุดเท่ากับ 9.08×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร รองลงคือการขยายในข้าวโพดเท่ากับ 7.64×10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่วนในลูกเดือย ถั่วเขียว และถั่วเหลือง มีค่าเฉลี่ยของจำนวนสปอร์ราเท่ากับ 3.29×10^5 2.36×10^5 และ $2..88\times10^5$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 1)

รา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate สามารถเจริญได้ดีและผลิตสปอร์ได้ปริมาณมากในข้าวฟ่างและข้าวโพด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Chioza and Ohga (2013) ที่พบว่า ส่วนของเส้นใยของรา *P. hepialid* สามารถเจริญเติบโตได้ดีในข้าวฟ่าง ข้าวโพด และข้าวสาลี และที่สภาวะเจริญเติบโตที่ดีที่สุดอยู่ที่ pH ระหว่าง 6-9

เมื่อทำการทดสอบความสามารถของรา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ที่เพาะขยายในเมล็ดธัญพืชทั้ง 5 ชนิด ในการเข้าทำลายไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมพบว่า มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายไข่ได้ระหว่าง 65-78 %



ภาพที่ 1 รา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate สามารถเจริญได้ดีและผลิตสปอร์ได้ปริมาณมากในข้าวฟ่างและข้าวโพด ที่เวลาการบ่มเพาะ 7 วัน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์รา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ที่เพาะเลี้ยงในเมล็ดธัญพืชชนิดต่าง ที่เวลา 7 วัน

ชนิดเมล็ดธัญพืช	ค่าเฉลี่ยจำนวนสปอร์ ($\times 10^5$)
ข้าวฟ่าง	9.08 a[1/]
ข้าวโพด	7.64 b
ลูกเดือย	3.29 c
ถั่วเขียว	2.36 d
ถั่วเหลือง	2.88 c
CV. (%)	12.8

[1/]ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การขยายเชื้อรา *Paecilomyces* sp. UB1 isolate ให้ได้ปริมาณมาก เพื่อนำไปใช้กำจัดไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงเกษตร สามารถเพาะเลี้ยงได้ดีที่สุดในเมล็ดข้าวฟ่างนึ่ง พบว่าเชื้อ

ราเจริญได้ดี ได้จำนวนสูงที่สุดเท่ากับ 9.08 x 10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร โดยข้าวฟ่างหาซื้อได้ง่าย มีราคาถูก และการเตรียมไม่ยุ่งยาก จึงเหมาะที่จะนำไปพัฒนาวิธีการให้เป็นเทคโนโลยีระดับเกษตรกรสามารถนำไปทำใช้เองได้ต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นสารชีวภัณฑ์กำจัดศัตรูพืช

11. เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2536. บทปฏิบัติการวิชานิเวศน์วิทยาของเชื้อราสาเหตุโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 77 น.

มนตรี เอี่ยมวิมังสา. 2538. ผลของสารเคมีและเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ในแง่งพันธ์ขิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เลขา มาโนช. 2533. บทปฏิบัติการราในน้ำและในดิน. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 140 น.

ศรศิลป์ บุญบันดาล. 2536. การแพร่กระจายและการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชบางชนิดในพื้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2533. หลักการควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืชโดยชีววิธี. วารสารโรคพืช 10(3-4) : 47.

สุภกิจ สุขใจมิตร. 2532. อิทธิพลของ antagonist plants และเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Bagyaraj, D.J. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhiza. Application in Agriculture. Methods Microbiol. 24 : 360-373.

Dunn, M. T. 1983. *Paecilomyces nostocoides,* a new hypomycete isolated from cysts of *Heterodera zeae.* Mycologia 75 : 179-182.

Dunn, M.T., Sayre, R.M., Carell, A. & Wergin, W.P. 1982. Colonization of Nematode eggs by *Paecilomyces lilacinus* (Thom)Samson as observed with scanning electron microscope. Scanning Electron Microscopy 3 : 1351-1357.

Hewett, T.E., D.W. Dickson, D.J. Mitchell and M.E. Kannwischer-Mitchell. 1988. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* as a biocontrol agent of *Meloidogyne javanica* on tobacco. Journal of Nematology 20 : 578-584.

Jackson, L.E., D. Miller and S.E. Smith. 2002. Arbuscular mycorrhizal colonization and growth of wild and cultivated lettuce in response to nitrogen and phosphorus. Scientia Horticulturae 94 : 205-218.

Jatala, P. 1985. Biological control of nematode, pp. 303-308. *In* J. N. Sasser and C.C. Carter (eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne* Volume II : Biology and Control. North Carolina State Univ. Graphics, Raleigh, North Carolina.

Jatala, P., 1986. Biological control of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology 24 : 453-489.

Kerry, B.R. 1987. Biological Control. pp. 233-263. *In* R.H. Brown and B.R. Kerry. (eds.). Principle and Practice of Nematode Control in Crop. Academic Press, Sydney.

Nikitas, K., B. Fotios and S. Nikolaos. 2002. Effect of *Verticillium* wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.) and mycorrhiza (*Glomus mosseae*) on root colonization, growth and nutrient uptake in tomato and eggplant seedlings. Scientia Horticulturae 94 : 145-156.

Sikora, R.A. 1992. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystemes for the control of plant parasitric nematodes. Annual Review of Phytopathology 12 : 245-270.

Sikora, R.A. and F. Schonbeck. 1995. Effect of vesicular-mycorrhizae, *Endogone mosseae* on the population dynamics of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla,* pp. 158-166. *In* proceedings VIII International Congress Plant Protection, Moscow.

Sterring, G.R. 1991. Biological control of Plant Parasitic Nematode: Progress, Problem and Prospect. C.A.B. International, UK. 282 p.