กลไกและประสิทธิภาพของเห็ดบางชนิดในการควบคุมไส้เดือนฝอย

Mechanism and efficiency of some wood rot fungi to control nematodes.

พิฆนะ ชุมวิริยะสุขกุล[1] และ นิวัฒ เสนาะเมือง[2*]

Pikhana Chumwiriyasukkul[1] and Niwat Sanoamuang[2*]

บทคัดย่อ: การศึกษากลไกและประสิทธิภาพของเห็ดในการควบคุมไส้เดือนฝอย ใช้เห็ด 5 สกุล *Agrocybe, Cyathus*, *Coprinus, Lentinus และ Pleurotus* จำนวน 14 ไอโซเลต ทดลองกับไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. และ *Steinernema* spp. พบว่าใน 24 ชั่วโมง เห็ดสกุล *Pleurotus* มีประสิทธิภาพในการทำลายไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. และ *Steinernema* spp. ได้ 85-100% และ 50-95% ตามลำดับ ขณะที่ *P. pulmonarius* Pp1 และ *Lentinus strigosus* ทำลายไส้เดือนฝอยได้ 25-35% และ 20-30% ตามลำดับ การใช้ก้อนเชื้อเห็ด *P. ostreatus* ที่ยังไม่เปิดดอกและก้อนเชื้อที่หยุดเก็บผลผลิตผสมดินปลูกเพื่อควบคุมตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย *M. incognita* พบว่าก้อนเชื้อเห็ด *P. ostreatus* 40 กรัม สามารถควบคุมไส้เดือนฝอย *M. incognita* ได้ 75.6% และ 73.6% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย เห็ดนางรม

ABSTRACT: To determine the mechanism and efficiency of wood decay fungi, 5 genera 14 isolates of *Agrocybe*, *Cyathus*, *Coprinus*, *Lentinus* and *Pleurotus* were used to control nematodes, *Rhabitidis* sp. and *Steinernema* sp. Within 24 hour, *Pleurotus* species killed *Rhabitidis* sp. and *Steinernema* spp. at 85-100% and 50-95%, respectively where *P. pulmonarius* Pp1 and *L. strigosus* showed the infectivities at 25-35% and 20-30%, respectively. Fresh and old mycelial spawn of *P. ostreatus* were conducted to control 2nd juveniles stage of *Meloidogyne incognita* in soil. The results showed that 40 grams of fresh and old spawn of *P. ostreatus* can control *M. incognita* at 75.6% and 73.6%, respectively.

Keywords: nematophagous fungi, *Pleurotus ostreatus*

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

[2] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร และศูนย์อนุกรมวิธานประยุกต์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources and Applied Taxonomic Research Center, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

* Corresponding author: niwat@kku.ac.th

บทนำ

ไส้เดือนฝอยจัดเป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง มีรูปร่างลักษณะคล้ายเส้นด้าย อาศัยอยู่ได้ทุกหนทุกแห่งทั่วโลก เช่น ในดิน ในทะเล ในแม่น้ำแม้กระทั่งในทะเลทราย (Thorne, 1961) ไส้เดือนฝอยมีหลายชนิด ทั้งที่เป็นประโยชน์ ดำรงชีพอย่างอิสระ เป็นศัตรูของคนและสัตว์ และที่เป็นศัตรูพืช การควบคุมไส้เดือนฝอยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้พันธุ์ต้านทาน ปลูกพืชหมุนเวียน ไถพรวน ใช้สารเคมี (สืบศักดิ์, 2541) และใช้อินทรียวัตถุ (อนันต์, 2525) ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนและค่าใช้จ่ายสูง การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เป็นวิธีที่มีศักยภาพในการควบคุมโรคพืชวิธีหนึ่ง ตามสภาพธรรมชาติเห็ดสลายไม้จำเป็นต้องได้รับอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ในเนื้อไม้มีปริมาณคาร์บอนมาก แต่มีไนโตรเจนอยู่น้อย ราจึงมีการวิวัฒนาการเป็นปรสิตเพื่อเข้าทำลายสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโต (Barron, 2003) มีรายงานว่ามีเชื้อเห็ดในวงศ์ *Pleurotaceae* สามารถทำลายไส้เดือนฝอยได้ (Barron, 2003) จำแนกตามรูปแบบของการทำลายไส้เดือนฝอยได้ 4 กลุ่ม ตาม Jansson and Lopez-Llorca (2001) คือ nematode trapping fungi ที่สร้างโครงสร้างพิเศษ เช่น ตุ่มกาวเหนียว ตาข่ายเหนียว หรือห่วงมรณะ (Persmark and Nordbring-Hertz, 1997), endoparasitic nematophagous fungi อาศัยโคนิเดียเหนียว เกาะติดกับผิวไส้เดือนฝอยและแทงเส้นใยเข้าทำลายไส้เดือนฝอย (Jasson, 1982) egg parasitic nematophagous fungi เข้าทำลายไส้เดือนฝอยโดยอาศัย appressorium เข้าไปดูดซับสารอาหารจากไข่หรือไส้เดือนฝอยเพศเมีย (Lopez-Llorca et al., 2002) และ toxin producing fungi ทำให้ไส้เดือนฝอยหยุดเคลื่อนไหวด้วยสารพิษ (Barron, 1987) พบในเห็ดหลายชนิด เช่น *Coprinus* spp. (Luo et al., 2007) และเห็ดวงศ์ *Polyporaceae* (Mamiya et al., 2005) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิเชื้อเห็ดกินได้บางชนิด ที่มีการผลิตในเชิงการค้ามาตรวจสอบความสามารถในการทำลายไส้เดือนฝอย เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

วิธีการศึกษา

ไส้เดือนฝอยและการเตรียม

ไส้เดือนฝอยที่นำมาศึกษามี 3 ชนิด คือ *Rhabitidis* sp., *Steinernema* spp. และ *Meloidoyne incognita* ไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp., แยกจากดินตามวิธีของ Goodey and Goodey (1963) ล้างทำความสะอาดตามวิธีของ นุชนารถ และบัญชา (2542) เพิ่มปริมาณไส้เดือยฝอย *Rhabitidis* sp. บนเชื้อรา *Fusarium oxysporum* ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป ไส้เดือนฝอย *Steinernema* spp. ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมวิชาการเกษตร บรรจุในรูปเจลสภาพพร้อมใช้งาน และไส้เดือนฝอย *Meloidoyne incognita* แยกมาจากกลุ่มไข่ที่ผ่านการแช่กลุ่มไข่ใน NaOCl 0.1 เปอร์เซ็นต์ 3 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 นาที 2 ครั้ง และ streptomycin 0.1 เปอร์เซ็นต์ 3 นาที เขย่าให้ไข่หลุดออกจากกันเป็นฟองเดี่ยว ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที

ชนิดเห็ดและการเตรียม

เชื้อเห็ด 10 ชนิด *Agrocybe cylindracea*, *Coprinus fimetarius, Cyathus striatus*, *Lentinus strigosus, Pleurotus citrinopileatus, Pleurotus cystidiosus, Pleurotus flabellatus*, *Pleurotus sajor-caju, Pleurotus ostreatus* 2 ไอโซเลต และ *Pleurotus pulmonarius* 4 ไอโซเลต เพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดทุกชนิดบนอาหาร PDA แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดในการทำลายไส้เดือนฝอย สำหรับ *P. ostreatus* ในก้อนขี้เลื่อยยางพารานาน 21 วัน ก่อนการทดสอบประสิทธิภาพของ *P. ostreatus* กับไส้เดือนฝอย *M. incognita* ในห้องปฏิบัติการ

ประสิทธิภาพการควบคุมไส้เดือนฝอยของเชื้อเห็ดในห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อเห็ด 14 ไอโซเลต จาก stock cultured นำมาเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 5 วัน ใช้ cork borer เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เจาะบริเวณขอบเส้นใยเจริญรอบนอก นำชิ้นวุ้นเชื้อไปวางบนอาหาร WA ซึ่งแบ่งเป็นสี่ส่วน บ่มที่อุณภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน วางไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. จำนวน 20 ตัว บริเวณกลางจานอาหารที่มีเชื้อเห็ดเจริญอยู่ก่อนหน้า และทำการทดลองด้วยวิธีเดียวกันนี้กับไส้เดือนฝอย *Steinernema* spp. ด้วย วางแผนการทดลองแบบ Complete randomized design (CRD) 4 ซ้ำ สังเกตการทำลายไส้เดือนฝอยของเห็ดราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และบันทึกผลการทดลองที่ระยะเวลา 6, 12, 24 และ 48 ชม. โดยนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่หยุดการเคลื่อนที่ ลำตัวเหยียดตรง และถูกเส้นใยเห็ดเข้าทำลาย

ประสิทธิภาพของเห็ด *P. ostreatus* ในการควบคุมไส้เดือนฝอย *M. incognita*

นำก้อนเชื้อเห็ด *P. ostreatus* ที่เก็บผลผลิตแล้วและยังไม่เก็บผลผลิต อายุ 21 วัน มาบดผสมดินปลูกที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ บรรจุในกล่องพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยม เบอร์ 088 บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 14 วัน แบ่งการทดลองเป็น 5 กรรมวิธี ได้แก่ ดินปลูก 300 กรัม ดินปลูกผสมขี้เลื่อยก้อนเชื้อเห็ด 10, 20, 30 และ 40 กรัม ตามลำดับ โดยลดน้ำหนักดินลงทุก 10 กรัมของขี้เลื่อยเชื้อเห็ดที่เพิ่มขึ้นวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จำนวน 4 ซ้ำ เติมตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอย *M. incognita* จำนวน 1000 ตัว ลงไปในดินที่มีเชื้อเห็ดเจริญอยู่ก่อนหน้านี้ แยกตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปมที่คงเหลือในดินออกจากตัวที่ตายจากดินที่ผสมก้อนเชื้อเห็ด ด้วยวิธี Baermann funnel technique ณ เวลา 12, 24, 48 และ 72 ชม. ไส้เดือนฝอยมีชีวิตจะลอดผ่านผ้ากรองลงมา ตัวที่ตายจะค้างอยู่บนผ้ากรอง นับจำนวนไส้เดือนฝอยที่มีชีวิตภายใต้กล้อง stereo microscope วิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลด้วยโดยวิธี Factorial in CRD

ผลการศึกษา

ประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดในการเข้าทำลายไส้เดือนฝอยในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดทั้ง 14 ไอโซเลต ในการควบคุมไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. บนอาหาร WA พบว่า เชื้อเห็ด *Pleurotus ostreatus* ไอโซเลต Po1, Po2, *P. flabellatus*, *P. sajor-caju*, *P. cystidiosus*, *P. citrinopileatus* และ *P. pulmonarius* ไอโซเลต Pp1, Pp2, Pp3, Pp4 สามารถทำลายไส้เดือนฝอยได้ 85-100% ภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนเชื้อเห็ด *A. cylindracea, C. striatus*, *C. fimertarius* ไม่พบไส้เดือนฝอยหยุดเคลื่อนไหว เชื้อเห็ดที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอย คือ *P. ostreatus* Po1 รองลงมาคือ *P. flabellatus*, *P. pulmonarius* Pp1, *P. ostreatus* Po2, *P. pulmonarius* Pp2, *P. pulmonarius* Pp4, *P. pulmonarius* Pp3 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดในการควบคุมไส้เดือน *Steinernema* spp. พบว่าเชื้อเห็ดสามารถทำลายไส้เดือนฝอย *Steinernema* spp. ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองในไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. โดยพบจำนวนการตายของไส้เดือนฝอย 50-95% ภายใน 24 ชั่วโมง (**Table 1**) เชื้อเห็ดจะสร้างตุ่มสารพิษ (tiny toxic droplets) คล้ายหยดน้ำบนระยางค์ (appendage) ตามแนวของเส้นใย เมื่อไส้เดือนฝอยเคลื่อนที่ไปสัมผัสกับสารพิษจะทำให้ไส้เดือนฝอยเป็นอัมพาต เคลื่อนที่ได้ช้าลง จนหยุดเคลื่อนไหว ราจะสร้างเส้นใยที่มีความจำเพาะเจาะจงเป็นปรสิตเข้าไปพันรัดตัวไส้เดือนฝอย และส่งเส้นใยที่ไม่มีการสร้างตุ่มสารพิษผ่านเข้าไปในตัวไส้เดือนฝอยเพื่อดูดซับสารอาหารภายใน (Barron, 2003) (**Figure1**)

Table 1 Mortality number of *Rhabitidis* sp. and *Steinernema* spp. after co-cultured with wood decay fungi at 6, 12, 24 and 48 hr.

Fungal species	Number of nematodes							
	immobile *Rhabitidis* sp.				immobile *Steinernema* spp.			
	6h	12h	24h	48h	6h	12h	24h	48h
Control	0[1/]d	0g	0f	0e	0f	0h	0f	0f
Agrocybe cylindrac	0d	0g	0f	0e	0f	0h	0f	0f
Coprinus fimetarius	0d	0g	0f	0e	0f	0h	0f	0f
Cyathus striatus	0d	0g	0f	0e	0f	0h	0f	0f
Lentinus strigosus	1.5d	2.5g	5.3e	7.3d	0.5f	1.8h	4.8e	7.5e
Pleurotus flabellatus	10.5b	15.3b	18.3b	20a	7.5b	11.5b	16.8b	17c
P. cystiodisus	5.3cd	9.3e	14d	17.3b	4c	7.3ef	11.3d	17.5bc
P. citrinofileatus	5.5cd	9.3e	16.3c	19a	4c	7.8de	13c	18bc
P. ostreatus Po1	13a	19.5a	20a	20a	9.5a	15a	19a	20a
P. ostreatus Po2	10b	14.3b	17.3bc	20a	5c	9.5c	15.8b	18.3bc
P. sajor-caju	9.5b	15b	18b	20a	3.5cd	7.3ef	10.5c	17.3c
P. pulmonarius Pp1	5cd	12cd	17.5bc	20a	5c	9cd	16b	16.8c
P. pulmonarius Pp2	3.5c	13.5bc	17bc	19.8a	2.3de	5.5fg	11.8c	17.3c
P. pulmonarius Pp3	1.5d	3.8f	6e	10.3c	1.5ef	3.8g	6e	10.3d
P. pulmonarius Pp4	4.3cd	10.8de	17bc	20a	3.8cd	10.3bc	16.3b	19ab
C.V. (%)	27.8	15.29	10.6	6.23	38.9	22.7	11.4	9.15

[1/] Mean in column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT (P>0.05).

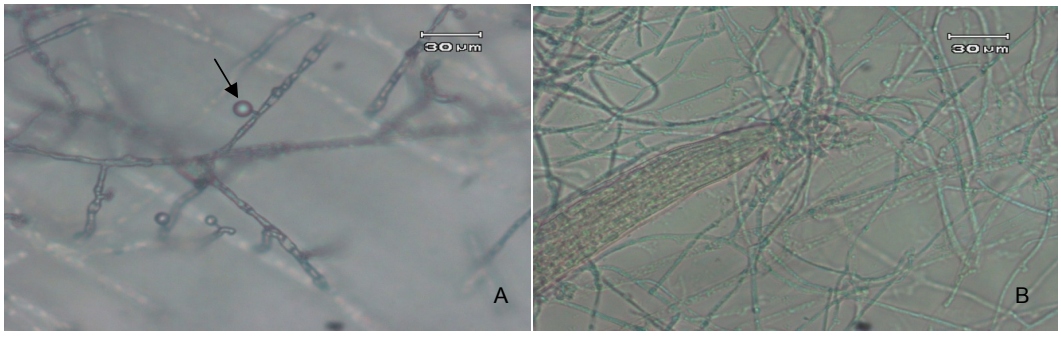

Figure 1 Mechanisms of *P. osteatus* to infected nematode. A: toxic droplets producing (arrows) on hyphae from *P. ostreatus*. B: A juvenile stage of *Rhabitidis* sp. caught by *P. ostreatus*.

ประสิทธิภาพของก้อนเชื้อเห็ด *P. ostreatus* ในการควบคุมไส้เดือนฝอย *M. incognita*

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเห็ด *P. ostreatus* Po1 ที่ปริมาณ 10, 20, 30, และ 40 กรัม หลังผสมก้อนเชื้อเห็ดกับดินปลูก บ่มไว้ 14 วัน จากนั้นเติมตัวอ่อนระยะที่สองของไส้เดือนฝอย *M. incognita* ลงไป พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีก้อนเชื้อเห็ดผสมดินปลูกสามารถทำให้ไส้เดือนฝอยลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่ได้เก็บผลผลิตปริมาณ 40 กรัม ต่อดิน 260 กรัม สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยได้คิดเป็น 75.6% (**Table 3**) สอดคล้องกับการทดสอบกับก้อนเชื้อเห็ดที่หยุดเก็บผลผลิตแล้วปริมาตร 40 กรัม ในดิน 260 กรัม สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยคิดเป็น 73.6% เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (**Table 4**) อัตราการตายของไส้เดือนฝอย *M. incognita* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับปริมาณของก้อนเชื้อเห็ดที่ผสมลงในดิน และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

Table 3 Number of motile nematode *M. incognita* after co-cultured with fresh mycelial spawn of *Pleurotus ostreatus* Po1 after 12, 24, 48 and 72 hr.

treatment	Number of alive J2				Colum mean
	12hr.	24hr.	48hr.	72hr.	
control	546.3[1/]ab	569.5a	467.3cd	397de	495A
soil290g+spawn10g	607.3a	483.3bc	311.3fg	185hi	396.7B
soil280g+spawn20g	545ab	448.3cd	213.3h	240.5gh	361.8BC
soil270g+spawn30g	547.8ab	394.3de	236.8h	125.5ij	326.1C
soil260g+spawn40g	483.8bc	361.8ef	200.3h	97j	285.7D
Row mean	546A	451.4B	285.8C	209D	
Grand mean					373.04
C.V. (%)	13.89				

[1/] Mean in the same any column and row with the same small letter(s) are not significantly according to DMRT (P>0.05).

[2/] Mean in the same column with the same capital letter(s) are not significantly according to DMRT (P>0.05).

[3/] Mean in the same row with the same capital letter are not significantly according to DMRT (P>0.05).

Table 4 Number of motile nematode *M. incognita* after co-cultured with old mycelial spawn of *Pleurotus ostreatus* Po1 after 12, 24, 48 and 72 hr.

treatment	Number of alive J2				Colum mean
	12hr.	24hr.	48hr.	72hr.	
control	532.8[1/]ab	552.5a	508ab	547ab	535.1[2/]A
soil290g+spawn10g	557.8a	448.3abc	292def	286def	396B
soil280g+spawn20g	554a	379.5cd	265.3ef	214.5fg	353.3BC
soil270g+spawn30g	542ab	344.5cde	213.5fg	187.5fg	321.9C
soil260g+spawn40g	436.5bc	278.5def	181.5fg	144.3g	260.2D
Row mean	524.6[3/]A	400.7B	292.1C	275.9C	
Grand mean					373.29
C.V. (%)	21.42				

[1/] Mean in the same any column and row with the same small letter(s) are not significantly according to DMRT (P>0.05).

[2/] Mean in the same column with the same capital letter(s) are not significantly according to DMRT (P>0.05).

[3/] Mean in the same row with the same capital letter are not significantly according to DMRT (P>0.05).

สรุปและวิจารณ์

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อเห็ดสลายไม้ 14 ไอโซเลต ในการทำลายไส้เดือนฝอย เชื้อเห็ดในวงศ์ *Pleurotaceae* สามารถทำลายไส้เดือนฝอยได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การทำลายไส้เดือนฝอย *Rhabitidis* sp. และ *Steinernema* spp. ได้ 85-100% ตามลำดับ ขณะที่เชื้อเห็ด *P. pulmonarius* Pp3 และ *L. strigosus* มีเปอร์เซนต์ทำลายไส้เดือน ทำลายไส้เดือนฝอยได้ 25-35% และ 20-30% ใน 24 ชั่วโมง ตามลำดับ เชื้อเห็ดวงศ์ *Pleurotaceae* สามารถทำลายไส้เดือนฝอยด้วยการสร้างตุ่มสารพิษ เพื่อจับ และฆ่าไส้เดือนฝอยแล้วแทงเส้นใยผ่านเข้าไปทางรูเปิดตามธรรมชาติของไส้เดือนฝอยเพื่อดูดซับสารอาหาร สำหรับการใช้ก้อนเชื้อเห็ด *P. ostreatus* ในการควบคุมไส้เดือนฝอย *M. incognita* พบว่าการใช้ปริมาณก้อนเชื้อเห็ดมากขึ้นทำให้อัตราการรอดชีวิตของไส้เดือนฝอยลดลง ก้อนเชื้อเห็ดที่ยังไม่ได้เก็บผลผลิตมีประสิทธิภาพควบคุมไส้เดือนฝอยได้ใกล้เคียงกับการก้อนเชื้อเห็ดที่หยุดเก็บผลผลิตแล้ว จากคุณสมบัติในการทำลายไส้เดือนฝอยของเห็ดราจึงเป็นไปได้ที่จะนำก้อนเชื้อเห็ดไปใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยสาเหตุโรคพืช

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรเกษตร และศูนย์อนุกรมวิธานประยุกต์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด และบัญชา ชิณศรี. 2542. การเพาะเลี้ยงไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์ไทย (*Steinernema* sp.) บนอาหารเทียมชนิด lipid agar. น. 320-325. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2541. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช:โรคและการจัดการ. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

อนันต์ หิรัญสาลี. 2525. การใช้อินทรียวัตถุป้องกันกำจัดโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย. แก่นเกษตร 10:131-134.

Barron, G.L. 1977. The nematode-destroying fungi. Topics in Microbiol. 1: P. 140. Canadian Biological Pulb., Ltd.

Barron, G.L. and R.G. Thorn. 1987. Destruction of nematodes by species of *Pleurotus*. Can. J. Bot. 65:774-778.

Barron, G.L. 2003. Predatory fungi, wood decay and carbon cycle. Biodiversity 4:3-9.

Goodey, T. and J. B. Goodey. 1963. Soil and Freshwater Nematodes. Butler and Tanner Ltd, London, Great Britain.

Jansson, H.B. 1982. Attraction of nematode to endoparasitic fungi. Trans. Br. mycol. Soc. 79:25-29.

Jansson, H.B. and L.V. Lopez-Llorca. 2001. Biology of nematophagous fungi. P. 145-173 In: Misrha, J. D.and B.W. Horn. Trichomycetes and other fungal group. Enfield, NH : Science Publisher, Inc.

Lopez-Llorca, L.V., C. Olivares-Bernabeu, J. Salinas, H.B. Jasson and P. E. Kolattukudy. 2002. Prepenetration events in fungal parasitism of nematodes eggs. Mycological Res. 106:499-506.

Luo, H., Y. Liu, L. Fang, X. Li, N. Tang and K. Zhang. 2007. *Coprinus comatus* Damages nematode cuticle Mechanically with the spiny balls and produces potent toxins to immobilize nematode. Appl. Environ. Microbiol. 73:3916-3923.

Mamiya, Y., H. Miyuki and M. Murata. 2005. Ability of wood-decay fungi to prey on the Pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer) Nickle. Japanese J. Nematol. 35:21-30.

Persmark, L. and B. Nordbring-Hertz. 1997. Conidial trap formation of nematode trapping fungi in soil Extract. FEMS- Microbiol. Ecol. 22:313-324.

Thorne, G. 1961. Principle of Nematology. McGraw-Hill Book Co., New York.