รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ประจำปี 2549

โครงการวิจัยที่ 3060 - 3587

เรื่อง การคัดเลือกวิธีการผลิตเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* sp.) ในผักกาดหอมห่อ

Selection of Nematophagous Fungi Formulation and Produced Method for Controlling Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* sp.) in Head Lettuce

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นางสาวสุมาลี เม่นสิน [1]

ผู้ร่วมวิจัย รศ.ดร. นุชนาฏ จงเลขา [2]

อ.ดร. อังสนา อัครพิศาล [1]

ผศ. ภมรทิพย์ อักษรทอง [1]

นาง กาญจนา วิชิตตระกูลถาวร [2]

บทคัดย่อ

ทำการสุ่มหาไส้เดือนฝอยในแปลงปลูกผัก 3 ชนิดใน 3 ฤดูปลูก ได้แก่ ผักกาดหอมห่อ เบบี้แครอท และบีทรูท ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ตรวจสอบ 3 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างดินตำแหน่งเดิมตลอดการทดลอง ใช้วิธี Cobb sieving และ Baerman funnel ในการแยกไส้เดือนฝอย ผลปรากฏว่าพบไส้เดือนฝอยทั้งหมด 11 สกุล เป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 5 สกุล ได้แก่ *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides* sp., *Helicotylenchus* sp., *Psilenchus* sp., *Tylenchus* sp. และไส้เดือนฝอยหากินอิสระ 6 สกุล ในฤดูร้อนและช่วงหลังการเพาะปลูก 7 วัน มีจำนวนไส้เดือนฝอยโดยรวมมากที่สุด เมื่อทำการตรวจสอบจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ในรากของคะน้าเห็ดหอม ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ พบว่าในฤดูหนาวและช่วงก่อนการปลูกผักมีจำนวนไส้เดือนฝอยมากกว่าช่วงอื่น ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนฝอยกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลกับประชากรไส้เดือนฝอยมากที่สุด ส่วนปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลน้อยมาก

นำเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. จากแหล่งเก็บเชื้อ (ภาควิชาโรคพืช) ซึ่งเป็นปฏิปักษ์ต่อไส้เดือนฝอยและได้รับการเก็บรักษาไว้ใน mineral oil เป็นเวลา 17 เดือน ที่ 18 ° ซ. มาเลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่ามี 8 ไอโซเลท ที่เจริญบนอาหาร โดย 4 ไอโซเลท ได้รับการจำแนกไว้ก่อนแล้วเป็น *A. oligospora* ในการศึกษาครั้งนี้จึงให้ชื่อไอโซเลทตามแหล่งเกิดเป็น HNR oli Dong oli Hp oli และ MH ส่วนที่เหลือได้รับการจำแนกเป็น *A. conoides* ให้ชื่อไอโซเลทว่า HNR con Dong con KKU และ PD เมื่อนำราทุกไอโซเลทมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ได้ผลดังนี้ การทดสอบชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ 11 ชนิด พบว่าอาหารที่มีมะพร้าวเป็นส่วนประกอบให้ผลต่อการเจริญเติบโตดีที่สุด รองลงมาคืออาหารที่มีมันสำปะหลังและอาหารที่มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ การทดสอบผลของการใช้น้ำตาลทรายเติมลงในอาหาร 11 ชนิด เทียบกับที่ไม่มีน้ำตาลทรายพบว่าอาหารที่มีน้ำตาลทรายให้ผลดีกว่าในด้านการเจริญของเส้นใย เมื่อเปรียบเทียบในด้านการสร้างสปอร์พบว่าอาหารถั่วเหลืองที่มีน้ำตาลทรายทำให้เชื้อราสร้างสปอร์ดีที่สุด ในขณะที่อาหารข้าวกล้องไม่มีน้ำตาลทรายและอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีน้ำตาลทรายให้ผลดีรองลงมา การทดสอบผลของอุณหภูมิโดยใช้อาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาทดสอบกับเชื้อราทุกไอโซเลท พบว่าเชื้อราทั้งหมดเจริญเติบโตและสร้างสปอร์ได้ดีที่ 25 ° ซ. และ 30° ซ. การทดสอบผลของ pH พบว่าทุกไอโซเลทเจริญได้ดีในช่วง pH 7-11 แต่เจริญดีที่ pH 9 และสร้างสปอร์ได้มากที่ pH 7 และ pH 9 การทดสอบผลของแสงพบว่าเชื้อราทุกไอโซเลทเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาพให้แสง 12 ชั่วโมงสลับมืด 12 ชั่วโมง รองลงมาคือในสภาพมืดตลอด ส่วนการสร้างสปอร์ทั้งสองสภาวะดังกล่าว เชื้อราสามารถสร้างสปอร์ได้ดีไม่แตกต่างกัน จากการทดสอบผลของการเลี้ยงเชื้อราปฏิปักษ์ 3 ชนิด *Arthrobotrys* spp. ร่วมกับรา *Paecilomyces lilacinus* และ *Trichoderma harzianum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยวิธี dual culture พบว่ารา *T. harzianum* เจริญเร็วกว่าและสามารถยับยั้งการเจริญของ *Arthrobotrys* spp. ได้ทุกไอโซเลท โดยการยับยั้งเป็นแบบการเจริญรุกเข้าไปและคลุมโคโลนี ไม่พบการรัดพันและเข้าไปทำลายเส้นใย แต่ตรงบริเวณที่ *T. harzianum* เจริญคลุม *Arthrobotrys* spp. มีผลยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อราที่ถูกคลุมทับและพบว่า *T. harzianum* ยับยั้งการเจริญของ *P. lilacinus* ด้วย ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อ *Arthrobotrys* spp. ในการทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมบนอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เจือจาง ผลปรากฏว่าไอโซเลท Dong con ให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ HNR oli PD และ Dong oli ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ

Arthrobotrys spp. จำนวน 4 ไอโซเลท ที่คัดเลือกไว้เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในผักกาดหอมห่อกับสารเคมีคาร์โบฟูรานโดยการใช้ผสมดินรองก้นหลุม ผลปรากฏว่าไอโซเลท Dong con และ Dong oli สามารถลดการเกิดปมและเพิ่มน้ำหนักสดของพืชได้ดี รวมทั้งลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ แต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าคาร์โบฟูราน ผลการศึกษาส่วนประกอบของปุ๋ยหมัก ที่ดีที่สุดคือการใช้มูลวัว 50 % ขี้เถ้า 20% รำข้าว 10% เปลือกข้าว 10% และขุยมะพร้าว 10% หมักนาน 15 วัน ช่วยให้ราสร้างสปอร์สูงสุด ผลการทดสอบปริมาณที่เหมาะสมของการใช้รา *Arthrobotrys* spp. ในปุ๋ยหมักผสมดินคือ อัตรา 1:2 (300 กรัม ต่อ ดิน 600 กรัม) ลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ได้มากที่สุด

โครงการหลวง

[1/] ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2/] ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่ 50200

Abstract

Random inspections of nematodes were made at cultivating plots of 3 kinds of vegetables e.g. head lettuce, baby carrot and beetroot for 3 times in 3 crop seasons at Nong Hoi RDC. The soil samples were collected from the same locations throughout the experiment and isolation of nematodes was made by using Cobb sieving and Baerman funnel. Results showed that there were 11 genera, 5 of which are plant parasitic nematodes e.g. *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides* sp., *Helicotylenchus* sp., *Psilenchus* sp. and *Tylenchus* sp. and the rests are free living nematodes. During summer time and at 7 days after planting, highest numbers of all nematodes were found. When the root knot nematode larvae of *Meloidogyne* sp. were inspected from the roots of chinese kale at Mae Tho RDC, it was found that there were more larvae in winter and during the period ahead of planting time. Results from analysis of interaction between environmental factors and population of nematodes showed that temperature had most effect whereas quantity of rainfall had only small effect.

Arthrobotrys spp. from stock culture (Dept. of Agriculture), antagonistic to root knot nematode, preserved in mineral oil for 17 months 18 °C, were cultured on PDA. It was found that eight of all isolates grew on the medium and four of which had been identified as *A. oligospora* which were named later in this study after the source of their origins as HNR oli, Dong oli, HP oli, and MH and the rests were identified as *A. conoides* and named to be HNR con, Dong con, KKU, and PD. All the fungal isolates were studied on factors affected growth and sporulation, results are as follows: A test of 11 kinds of media showed that the coconut medium gave best growth of all isolates while cassava medium and animal feed corn medium came second and third respectively. A test of adding sugar into the media compared with the media without sugar, it was found that media with sugar gave better growth of mycelium. When a comparison was made on sporulation; the soybean medium with sugar gave best results, while brown rice medium without sugar and animal feed corn medium with sugar came second and third respectively. A test of temperature effect with the use of animal feed corn medium for culturing the fungal isolates, results showed that the fungi grew and sporulation well at 25 °C and 30 °C. A test of pH effect; every isolates grew well at pH 7 to pH 11 but showed best growth at pH 9 and best sporulation at pH 7 and pH 9. A test of light effect; every isolates showed best growth at 12 hr. light in alternation with 12 hr. dark whereas the entirely dark condition came second. For sporulation, both conditions showed good effect, no difference could be found, between the two conditions. Dual culture tests between pairs of three antagonistic fungi i.e. *Arthrobotrys* spp. (8 isolates), *P. lilacinus* and *T. harzianum*, showed that *T. harzianum* grew more quickly and its

mycelium inhibited growth of *Arthrobotrys* spp. by invading and covering the *Arthrobotrys* spp. 's colonies. No binding or penetration of the hyphae of the two fungi on the hyphae of *Arthrobotrys* spp. was found. But the areas where *T. harzianum* grew on top of *Arthrobotrys* spp.'s colonies had no spore production. *T. harzianum* grew faster than *P. lilacinus* and inhibited growth of the later as well. A test on capability of *Arthrobotrys* spp. to capture the J2 (root knot nematode juvenile stage 2) was carried out on diluted animal feed corn medium. It was found that Dong con isolate showed best result while HNR oli, PD and Dong oli came second, third and fourth respectively. A pot test; comparison of capability of 4 selected isolates and carbofuran to control root knot nematode in head lettuce by mixing with the soil before planting. Results showed that Dong con and Dong oli isolates could reduce root knot numbers, increase fresh weight of the plant and reduce population of J2 but their efficacy was lower than carbofuran. A study on finding a suitable compost to multiply the *Arthrobotrys* spp. fungus: the compost consisted of 50 % of cow dung manure, 20 % of ash, 10 % of rice bran, 10 % of rice husk and 10 % of coconut peat with 15 days fermentation showed highest sporulation. The proportion of *Arthrobotrys* spp. in the compost to mix with soil at the rate of 1:2 (300 g / 600 g soil), could reduce J2 population most.

[1/] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200.

[2/] Plant Protection Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50200.

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบาญตาราง	ฉ
สารบาญภาพ	ฎ
อักษรย่อ	ฑ
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	3
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย สถานที่ทำการวิจัยและกำหนดแผนการปฏิบัติงาน	15
ผลการทดลอง	16
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	80
กิตติกรรมประกาศ	87
บรรณานุกรม	88
ภาคผนวก	95
งบประมาณและการจัดการงบประมาณ	119

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราส่วนปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดสอบ	13
2	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	17
3	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	18
4	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิดและหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	20
5	สรุปจำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน แบ่งตามประเภทไส้เดือนฝอย	25
6	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผัก เปรียบเทียบระหว่าง 3 ฤดู ได้แก่ผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	26
7	จำนวนประชากรรวมไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผัก เปรียบเทียบระหว่าง 3 ช่วงเวลาการตรวจสอบ ได้แก่ ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	26
8	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	27
9	จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2ไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอมในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืช และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ	28

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่ตรวจสอบ	30
11	อุณหภูมิเฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคม ถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	33
12	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคม ถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	34
13	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคม ถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	35
14	ข้อมูลอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ปี 2548 ถึง 2549 (ถึงเดือน มิถุนายน) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ	36
15	ไอโซเลทของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. ที่สามารถเจริญได้บนอาหาร PDA	37
16	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน	40
17	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน	40
18	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน	42
19	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน	43
20	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน	43

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน	44
22	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน	45
23	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน	45
24	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน	46
25	ความหนาแน่นเส้นใยของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 5 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญของเส้นใยและสร้างสปอร์ของเชื้อรา หลังการทดสอบ 7 วัน	47
26	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน	49
27	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 5 วัน	50
28	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน	50
29	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน	51
30	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน	52

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
31	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน	53
32	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 5 วัน	53
33	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน	55
34	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน	56
35	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน	57
36	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 3 วัน	58
37	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 5 วัน	59
38	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน	59
39	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน	60
40	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน	61

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
41	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*	62
42	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum*	64
43	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum*	66
44	เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท	68
45	ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม น้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมห่อและจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* sp. (J2) หลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ	71
46	ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และinteractions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในปุ๋ยหมักแต่ละกรรมวิธีโดยรวม	73
47	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในปุ๋ยหมักแต่ละกรรมวิธีโดยรวม	74
48	ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม ระดับการเกิดปม น้ำหนักต้นสดและจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม (J2) ในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน	75
49	ผลการเปรียบเทียบความสูง ความยาว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน	76
50	ปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ที่พบบนเม็ดดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังการทดสอบ 5 วัน	78

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะตำแหน่งการวางเชื้อตามแบบ dual culture technique	8
2	ลักษณะรากปมที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย	9
3	รูปแบบการทดสอบอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมัก	13
4	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	17
5	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	19
6	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิดและหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย	21
7	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Aphelenchus* sp.	21
8	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Aphelenchoides* sp.	22
9	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Helicotylenchus* sp.	22
10	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Psilenchus* sp.	22
11	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Tylenchus* sp.	23
12	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Dorylaimus* sp.	23
13	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Mononchus* sp.	23
14	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Rhabditis* sp.	24
15	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 1	24
16	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 2	24
17	ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 3	25
18	จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2ไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอมในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืช และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ	28
19	ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Meloidogyne* sp.	29

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
20	อาการรากปมที่พบในต้นเบบี้คอสและคะน้าเห็ดหอม	29
21	ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอยกับอุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือน	31
22	ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอยกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน	31
23	ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอยกับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน	32
24	ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora*	38
25	ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys conoides*	39
26	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน	41
27	ลักษณะโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่เจริญบนอาหาร 5 ชนิด หลังการทดสอบ 7 วัน	48
28	การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน	54
29	ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys conoides* ไอโซเลท ปางดะ (PD) กับ *Paecilomyces lilacinus*	63
30	ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ที่พบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราระหว่าง *Arthrobotrys* sp. กับ *Paecilomyces lilacinus* ที่ย้อมด้วยสี acid-fuchsin lactophenol หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน	63
31	ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ห้วยน้ำริน (HNR oli) กับ *Trichoderma harzianum*	65
32	ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ที่พบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราระหว่าง *Arthrobotrys* sp. กับ *Trichoderma harzianum* หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน	65
33	ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* กับ *Trichoderma harzianum*	66
34	ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* กับ *Trichoderma harzianum* ที่เจริญร่วมกัน หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน	67

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
35	การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยของเชื้อรา *Arthrobotrys conoides* ไอโซเลท ปางดะ (PD)	68
36	ลักษณะรากของต้นผักกาดหอมห่อหลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ	70
37	ลักษณะต้นผักกาดหอมห่อหลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ หลังการทดสอบ 45 วัน	72
38	ลักษณะรากและต้นของผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดินก่อนปลูก หลังการทดสอบ 40 วัน	77
39	เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่เจริญบนเม็ดดินและไส้เดือนฝอยที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย	79

อักษรย่อ

%	percentage
cm	centimeter
ml	milliliter
µl	microliter
CMA	corn meal agar
PA	prune juice agar
PDA	potato dextrose agar
OA	oat meal agar
WA	water agar

โครงการหลวง

บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายสนับสนุนโครงการผักอินทรีย์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 และเน้นความสำคัญของการผลิตอาหารปลอดภัย โดยใช้ระบบการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM) การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร การใช้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ ในการควบคุมโรคเพื่อลดการใช้สารเคมี ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต อีกทั้งพืชตระกูลผักอาทิเช่น ตระกูลผักกาด ผักสลัดและคะน้า เป็นพืชที่สำคัญในระบบการผลิตผักเพื่อการค้า ในปีพ.ศ. 2547 มูลนิธิโครงการหลวงร่วมกับสำนักพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ส่งเสริมระบบการจัดการคุณภาพหรือเกษตรที่เหมาะสม (Good Agricultural Practices; GAP) ในพืชตระกูลผักกาดหอมโดยเน้นการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง สำหรับการป้องกันกำจัดโรคจะกำหนดวิธีการและช่วงเวลาในการฉีดพ่นสารเคมี ฝ่ายพัฒนามูลนิธิโครงการหลวง (2547) รายงานว่าปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในส่วนของโรคพืชคือ การเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) มีผลทำให้การเจริญของต้นพืชหยุดชะงัก น้ำหนักผลผลิตลดลง ส่งผลให้ผลผลิตบางแห่งของเกษตรกรลดลง รายได้ส่วนหนึ่งหายไป ช่วงระยะเวลา 3-4 ปีที่ผ่านมามีงานวิจัยเพื่อค้นหาวิธีในการแก้ไขปัญหา เช่น การใช้กระแสไฟฟ้า (สืบศักดิ์, 2544) การปลูกพืชที่เป็นพิษกับไส้เดือนฝอยและการใช้ปุ๋ยหมัก (ภมรทิพย์, 2544) ประกอบกับบางครั้งมีการใช้สมุนไพรสาบเสือและสะเดาในการแก้ปัญหาซึ่งต้องใช้ในปริมาณที่มากหรือการปลูกพืชสลับหมุนเวียน (นุชนารถและคณะ, 2538) หลังการทดสอบพบว่า สามารถลดการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมได้ระดับหนึ่งเท่านั้น

ปัจจุบันมีการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการค้า (biological product) อย่างต่อเนื่องในต่างประเทศอาทิเช่น การผลิตชีวภัณฑ์ Nemastin® บริษัทผู้ผลิตใช้เทคโนโลยีในการรวมเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย 5 ชนิด ที่สามารถเจริญร่วมกันได้ซึ่งประกอบด้วยรา *Arthrobotrys conoides*, *Arthrobotrys oligospora*, *Paecilomyces lilacinus*, *Paecilomyces fumosoroseus* และ *Verticillium chlamydosporium* มาผลิตเป็นสารชีวภัณฑ์ในรูปผงละลายน้ำ (Krishi-Mitra, 2005) สำหรับประเทศไทยการค้นคว้าด้านนี้ยังมีไม่มากนัก ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวกับการผลิตจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ เช่น การรวบรวมสายพันธุ์ (isolate) เชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Arthrobotrys* sp. จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวง (ภมรทิพย์, 2546) การแยกและการจำแนกเชื้อราตัวห้ำของไส้เดือนฝอย *Arthrobotrys* spp. (จักรพงศ์, 2544) การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *P. lilacinus* (สุภกิจและคณะ, 2532) ซึ่งเป็นเชื้อราที่เข้าทำลายไส้เดือนฝอยระยะไข่ แต่ทั้งหมดยังไม่มีการพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์

สำหรับการศึกษาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างเชื้อราปฏิปักษ์ชนิดต่างๆพบว่า ส่วนมากเชื้อจะมีการแข่งขันซึ่งกันและกัน โดยเชื้อราที่มีการเจริญดีกว่ามักจะมีผลทำให้เชื้อราอีกชนิดเจริญลดลง ตัวอย่างเช่น เชื้อรา *Trichoderma harzianum* ปกติเจริญค่อนข้างเร็วทำให้มีผลต่อเชื้อราชนิดอื่นใน

รูปแบบการยับยั้งการเจริญ นอกจากนี้เชื้อรา *T. harzianum* ยังสามารถพันรัดเส้นใยราชนิดอื่น ปล่อยสารเคมีในรูป lectin-mediated หรือเอนไซม์ เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ด้วยเช่นกัน (Harman, 2007) งานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อรา *T. harzianum* มักศึกษาถึงผลของ *T. harzianum* กับเชื้อราสาเหตุโรคพืช เช่น การศึกษาความหลากชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. จากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์และศักยภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรค Fusarium wilt (มาลัยพรและคณะ, 2550) ปฏิกริยาและกลไกการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ สกว. ลำปาง หมายเลข 2 (Th-LARTC # 2) ต่อเชื้อราบางชนิดที่เป็นสาเหตุโรคพริก (*Capsicum anuum* L.) (กัทลีวัลย์และจันจิรา, 2542) เป็นต้น ส่วนการศึกษาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างเชื้อราปฏิปักษ์ด้วยกันเองยังมีไม่มาก โดยเฉพาะปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับ *T. harzianum*

ดังนั้นการทำวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะค้นหาเทคนิคการผลิตและรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกษตรกรสามารถทำเองได้ รวมทั้งศึกษาปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับเชื้อราปฏิปักษ์ชนิดอื่น ผลงานวิจัยที่ได้จะใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจประชากรไส้เดือนฝอยและศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ต่อประชากรไส้เดือนฝอย ในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อ เบบี้แครอทและบีทรูทของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย
2. ศึกษาการแพร่ระบาดของประชากรไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) ในคะน้าเห็ดหอม ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ
3. เพื่อคัดเลือกและผลิตเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* sp. ที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* sp. ของพืชผัก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ศึกษา และเก็บข้อมูลประชากรไส้เดือนฝอยในพื้นที่ปลูกผัก

1.1 ตรวจนับปริมาณ และจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักของเกษตรกร

สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแปลงปลูกผักของนางหล้า ขวัญมณีกุล (ที่อยู่ บ้านเลขที่ 6 หมู่ 7 บ้านหนองหอยเก่า ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ทำการตรวจสอบ 3 แปลง แต่ละแปลงเก็บดินจำนวน 10 จุดๆ ละ 250 กรัม ที่ความลึกจากหน้าดินประมาณ 1 นิ้ว และเก็บดินในบริเวณที่มีการเจริญของระบบราก (ลึก 3 นิ้ว) ทำการสุ่มเก็บดินตรวจ 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนปลูก 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิดและช่วงหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน โดยกำหนดตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดินที่นำมาตรวจนับปริมาณไส้เดือนฝอย ณ ตำแหน่งเดิมทุกการเก็บแต่ละช่วงเวลาปฏิบัติในพืช 3 ชนิดตามฤดูปลูก คือ ผักกาดหอมห่อในฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม- ตุลาคม 2548) เบบี้แครอทในฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน 2548-กุมภาพันธ์ 2549) และบีทรูทในฤดูร้อน (เดือนมีนาคม-มิถุนายน 2549) นำดินมาแยกด้วย Cobb sieving and Baerman funnel method (Cobb, 1918) และทำการตรวจนับปริมาณไส้เดือนฝอยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เปรียบเทียบชนิดและจำนวนไส้เดือนฝอยในแต่ละพืชและแต่ละฤดูปลูก

1.2 ตรวจหาและนับปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. ในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอม

สุ่มเก็บตัวอย่างดินปลูกคะน้าเห็ดหอมในโรงเรือนตาข่ายกันแมลงของนายอิ่นคำ อมรศรีคงคา ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ต.บ่อสลี อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ เปรียบเทียบจำนวนประชากรเฉพาะตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมช่วงเวลาต่างๆ แบบเดียวกับที่ตรวจสอบในแปลงผักของเกษตรกร ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงหนองหอย ข้อ 1.1

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ กับชนิด และปริมาณของไส้เดือนฝอย

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ณ สภาพแปลงปลูกนั้นๆ กับชนิดและปริมาณของไส้เดือนฝอย ทั้งแปลงตรวจสอบที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel

3. การศึกษาลักษณะสายพันธุ์เชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) สภาพห้องปฏิบัติการ

นำเชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Arthrobotrys oligospora* และ *Arthrobotrys conoides* รวมทั้งหมดจำนวน 12 ไอโซเลท (isolate) คือ 1) *Arthrobotrys oligospora* ห้วยน้ำริน (HNR oil) 2) *A. oligospora* ดงฤาษี (Dong oil) 3) *A. oligospora* ห้วยโป่ง (HP oil) 4) *A. oligospora* แม่แฮ (MH) 5) *A. conoides* ห้วยน้ำริน (HNR con) 6) *A. conoides* ดงฤาษี (Dong con) 7) *A. conoides* ม.ขอนแก่น (KKU) 8) *A. conoides* ปางดะ (PD) 9) *A. conoides* ขุนวาง (KW) 10) *A. conoides* หนองหอย (NH) 11) *A. conoides* แม่ปูนหลวง (MPL) และ 12) *A. conoides* อ่างขาง (AK) ที่เก็บใน mineral oil ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 17 เดือนจากการเก็บรวบรวมสายพันธุ์เชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Arthrobotrys* spp. ของ ผศ. ภมรทิพย์ อักษรทอง ปี 2546 มาทดสอบความมีชีวิตบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA (potato dextrose agar) สภาพอุณหภูมิห้อง 25±2 องศาเซลเซียส โดยนำ culture disc แต่ละชิ้นที่แช่อยู่ใน mineral oil มาวางบนกระดาษกรองฆ่าเชื้อ เพื่อซับน้ำมันที่เคลือบ disc ออกบางส่วนจากนั้นนำ disc ไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เพื่อทดสอบความมีชีวิตของเชื้อ การตรวจสอบทำ 2 ครั้ง ในแต่ละไอโซเลทของเชื้อรา สังเกตและตรวจสอบการเจริญของเชื้อราภายในเวลา 7 วัน บันทึกลักษณะและขนาดของสปอร์เชื้อราพร้อมบันทึกภาพ จากนั้นเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้บนอาหาร PDA ให้บริสุทธิ์เพื่อใช้ในการทดสอบขั้นตอนไป

4. การคัดเลือกวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. สภาพห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้คือ ปัจจัยที่ 1 เชื้อราปฏิปักษ์จำนวน 8 ไอโซเลท (ผลการคัดเลือกจากข้อ 3) และปัจจัยที่ 2 วัตถุดิบที่ใช้ประกอบเป็นอาหารเลี้ยงราปฏิปักษ์ จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ข้าวจ้าว ข้าวกล้อง ข้าวท่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มะพร้าว ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง และมันสำปะหลัง รวมเป็น 64 กรรมวิธี ทำ 6 ซ้ำ

ขั้นตอนการเตรียมอาหารที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยคือ

การทดลองย่อยที่ 1 เติมน้ำตาลทราย 20 กรัม วิธีการเตรียมอาหารเริ่มจากนำวัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบน้ำหนัก 50 กรัม แช่ในน้ำเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง ยกเว้นมะพร้าวขูดและมันสำปะหลัง จากนั้นนำมาปั่นกับน้ำกรองปริมาตร 50 มิลลิลิตร จนละเอียด นำส่วนผสมที่ได้ไปผสมกับน้ำกรองและน้ำตาลทรายจำนวน 20 กรัม ปรับปริมาตรสุดท้ายให้เป็น 500 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกรอง แล้วนำไปต้มให้สุก ผสมวัตถุดิบดังกล่าวกับวุ้น 17 กรัม ที่ละลายในน้ำกรอง 500 มิลลิลิตร และนำไปต้มจนสุกแล้วปรับปริมาตรของส่วนผสมทั้งสองให้มีปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกรอง บรรจุส่วนผสมที่ได้ใส่ภาชนะบรรจุปริมาตร 200 มิลลิลิตรต่อขวด นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลานาน 20 นาที เทอาหารซึ่งฆ่าเชื้อแล้วชนิดต่างๆในจานแก้วที่ใช้เลี้ยงเชื้อ (Petri dish) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ปริมาตรบรรจุ 15 มิลลิลิตร ต่อจานอาหาร

การทดลองย่อยที่ 2 ไม่เติมน้ำตาลทราย วิธีการเตรียมเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 แต่ไม่เติมน้ำตาลทรายในอาหารทดสอบ

ขั้นตอนการเตรียมเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบและการวางเชื้อราบนอาหาร

การเตรียมเชื้อราเพื่อใช้ในการทดสอบ เริ่มจากเจาะชิ้นวุ้นที่มีการเจริญของราแต่ละไอโซเลทที่เลี้ยงจนบริสุทธิ์แล้วจากการทดลองข้อ1 ด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร นำชิ้นวุ้นไปวางตรงตำแหน่งกึ่งกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มเชื้อในตู้เลี้ยงเชื้อเป็นระยะเวลานาน 3 วัน

การวางเชื้อราบนอาหาร ทำโดยเจาะชิ้นวุ้นบริเวณปลายโคโลนีในจานอาหารดังกล่าวมาวางตรงตำแหน่งกึ่งกลางของจานอาหารทดสอบชนิดต่าง ๆ 8 ชนิด แต่ละชนิดทำ 6 ซ้ำ บันทึกการเจริญเติบโตของเส้นใยแต่ละไอโซเลทในวันที่ 3 5 และ 7 พร้อมทั้งนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราแต่ละไอโซเลทบนอาหารทดสอบแต่ละชนิดในวันที่ 7

การนับจำนวนสปอร์

เริ่มจากเลือกจานอาหารทดสอบสำหรับเป็นตัวแทนของแต่ละกรรมวิธีมาตรวจหาความเข้มข้นของสปอร์ในน้ำ 1 มิลลิลิตร (จำนวนสปอร์ต่อมิลลิลิตร) วิธีการตรวจสอบทำโดยดูดน้ำกรองนึ่งฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราที่เลือกเป็นตัวแทน ขูดเส้นใยที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร แล้วเทสารแขวนลอยที่ได้ลงในหลอดทดสอบซึ่งนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว หยด Tween 80 จำนวน 5 หยด เพื่อทำให้สปอร์กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เขย่าจนเข้ากัน ตรวจนับความเข้มข้นของสปอร์ด้วย haemacytometer ปริมาตรสารแขวนลอยสปอร์ที่ใช้ตรวจสอบคือ 3 ไมโครลิตร (µl) นับ 6 ซ้ำ ในแต่ละกรรมวิธีและวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Factorial in CRD โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

5. การทดสอบปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp.

5.1 ทดสอบระดับของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

เตรียมเชื้อตามขั้นตอนการเตรียมเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบและการวางเชื้อราบนอาหารเหมือนวิธีการทดลองข้อที่ 4 เลี้ยงเชื้อราทุกไอโซเลทบนอาหารที่ทำจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งคัดเลือกแล้วจากผลการทดลองข้อ 4 ในตู้เลี้ยงเชื้อที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (gradient temperature incubator) เปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราบนอาหารในสภาพอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 10 20 25 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส แต่ละกรรมวิธีทำ 6 ซ้ำ บันทึกการเจริญเติบโตด้านเส้นใยของเชื้อราทุก 3 5 และ 7 วัน

พร้อมทั้งตรวจสอบจำนวนสปอร์ตามขั้นตอนการนับสปอร์ข้อ 4 และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Factorial in CRD โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

5.2 ทดสอบระดับความเป็นกรด ด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

เตรียมเชื้อตามขั้นตอนการเตรียมเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบและการวางเชื้อราบนอาหารเหมือนวิธีการทดลองข้อที่ 4 เลี้ยงเชื้อราทุกไอโซเลทบนอาหารที่ทำจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งคัดเลือกแล้วจากผลการทดลองข้อ 4 เปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราบนอาหารที่มี pH แตกต่างกัน 11 ระดับ คือ 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 และ 12 แต่ละกรรมวิธีทำ 6 ซ้ำ บันทึกการเจริญเติบโตด้านเส้นใยของเชื้อราทุก 3 5 และ 7 วัน พร้อมทั้งตรวจสอบจำนวนสปอร์ตามขั้นตอนการนับสปอร์ข้อ 4 และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Factorial in CRD โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

วิธีปรับระดับ pH ของอาหารทดสอบ

ทำโดยตรวจสอบระดับ pH เริ่มต้นของอาหารหลังจากผสมวัตถุดิบทั้งหมดกับวุ้นที่ยังไม่ได้ต้มด้วย pH meter หยด HCl เพื่อปรับ pH ให้อาหารเป็นกรดหรือหยด KOH เพื่อปรับ pH เป็นด่าง ตามระดับ pH ที่ต้องการเฉพาะ pH 5-12 จากนั้นนำอาหารที่ปรับระดับ pH แล้วบรรจุลงในขวดและนำไปนึ่งฆ่าเชื้อตามขั้นตอนการเตรียมอาหารข้อ 4 สำหรับการปรับระดับ pH ที่มีความเป็นกรดสูงคือ ระดับ 2 3 และ 4 ให้นับจำนวนหยดของกรด HCl ที่ใช้ในการปรับระดับ pH แต่ละระดับต่อปริมาตรอาหารซึ่งในการทดสอบครั้งนี้บรรจุอาหาร 200 มิลลิลิตร ต่อขวด ดังนั้นจึงทำการนับหยดของ HCl ที่ใช้ปรับ pH แต่ละระดับต่อปริมาตรอาหาร 200 มิลลิลิตร บันทึกจำนวนหยดของ HCl ที่ใช้ในการปรับระดับ pH แต่ละระดับ หลังจากนั้นเตรียมอาหารทดสอบตามวิธีการทดลองข้อที่ 4 แต่ขั้นตอนก่อนการเทอาหารลงในจานทดสอบให้หยดกรด HCl เท่ากับจำนวนหยดที่ใช้ในการปรับ pH แต่ละระดับซึ่งทดสอบมาแล้วลงในขวดอาหาร เขย่าส่วนผสมทั้งสองให้เข้ากันจึงค่อยเทอาหารลงในจานทดสอบจานละ 15 มิลลิลิตร

5.3 ทดสอบความต้องการแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

เตรียมเชื้อตามขั้นตอนการเตรียมเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบและการวางเชื้อราบนอาหารเหมือนวิธีการทดลองข้อที่ 4 เลี้ยงเชื้อราทุกไอโซเลทบนอาหารที่ทำจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งคัดเลือกแล้วจากผลการทดลองข้อ 4 ในตู้เลี้ยงเชื้อที่สามารถตั้งเวลาปิด-เปิดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ เปรียบเทียบการเจริญของเชื้อราบนอาหารในสภาพที่ได้รับแสงและไม่ได้รับแสง 3 รูปแบบ คือสภาพได้รับแสงตลอด 24 ชั่วโมง สภาพได้รับแสง 12 ชั่วโมงสลับมืด 12 ชั่วโมง และสภาพมืดตลอด 24 ชั่วโมง แต่ละกรรมวิธีทำ 6 ซ้ำ บันทึกการเจริญทางด้านเส้นใยของเชื้อราทุก 3 5 และ 7 วัน พร้อมทั้งตรวจสอบจำนวนสปอร์ตามขั้นตอนการนับสปอร์ข้อ 4 และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Factorial in CRD โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

6. การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับ *Paecilomyces lilacinus* และ *Trichoderma harzianum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อรา ในห้องปฏิบัติการ

แบ่งกรรมวิธีการทดสอบเป็น 3 กรรมวิธี คือ

1. เลี้ยงเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* sp. ร่วมกับเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*
2. เลี้ยงเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* sp. ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma harzianum*
3. เลี้ยงเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* ร่วมกับ *Trichoderma harzianum*

ทดสอบเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลท ที่ได้จากผลการทดลองข้อ 3 ร่วมกับรา *Paecilomyces lilacinus* 1 ไอโซเลท และ *Trichoderma harzianum* 1 ไอโซเลท ที่ได้จากมูลนิธิโครงการหลวง ด้วยวิธี dual culture (ภาพที่ 1) ตามกรรมวิธีข้างต้นบนอาหารที่ประกอบด้วยข้าวฟ่าง (วิธีการเตรียมทำเหมือนขั้นตอนการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อในวิธีการทดลองข้อ 4)โดยเลี้ยงเชื้อราที่มีการเจริญช้าก่อนเชื้อราที่เจริญเร็ว วัดความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อราที่ต้องการทดสอบ หลังจากเชื้อราเจริญชนกันทุก 3 5 และ 7 วัน จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งตามสูตรที่อ้างโดยวันพร, 2547 และสืบศักดิ์ (2541) วิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Completely randomized design (CRD) โดยใช้โปรแกรม Statistix 8

สูตรเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต (percent inhibition of radial growth: PIRG)

$$\text{PIRG} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

R_1 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ในชุดควบคุม

R_2 = ความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ในชุดทดสอบ

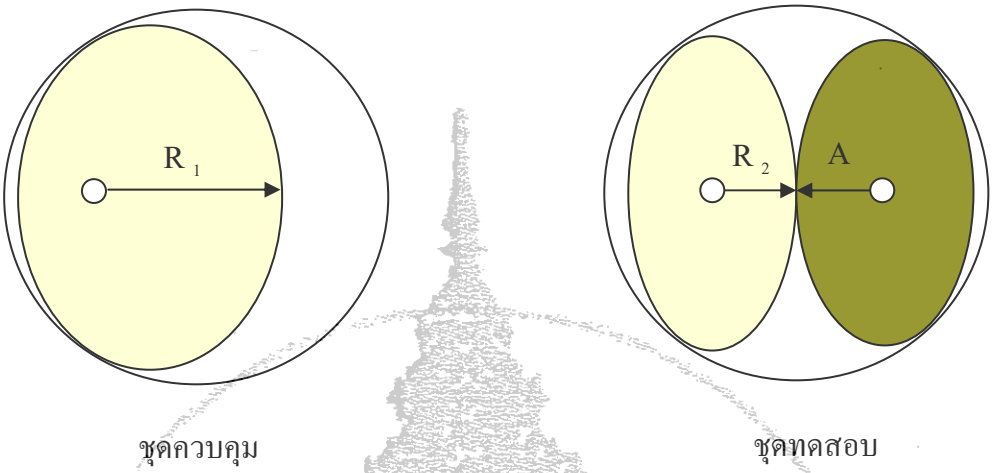
นำค่าที่ได้มาประเมินความสามารถในการยับยั้ง ดังนี้ (เกษม, 2532)

> 75 % = มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงมาก

61-75 % = มีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูง

51-60 % = มีประสิทธิภาพในการยับยั้งปานกลาง

< 51 % = มีประสิทธิภาพในการยับยั้งต่ำ



ภาพที่ 1 ลักษณะตำแหน่งการวางเชื้อตามแบบ dual culture technique

กำหนด R_1 = ความยาวรัศมีโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ในจานชุดควบคุม

R_2 = ความยาวรัศมีโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ในจานชุดทดสอบ

A = เชื้อราปฏิปักษ์ชนิดอื่น

7. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราในการเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมสภาพห้องปฏิบัติการ

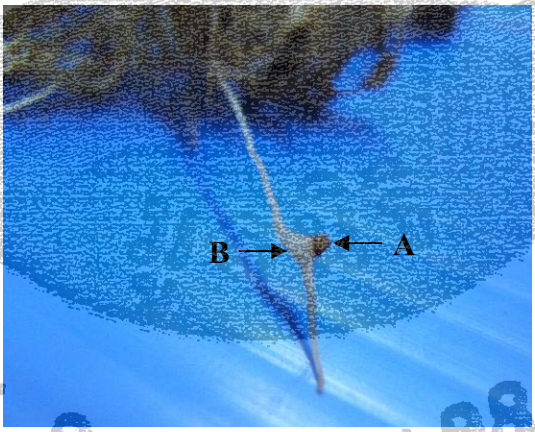
นำเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลทที่คัดเลือกได้จากผลการทดลองข้อ 3 มาเลี้ยงบนอาหารที่ประกอบด้วยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญทางด้านเส้นใยและสร้างสปอร์ จากผลการคัดเลือกในข้อ 4 โดยทำการเจือจางความเข้มข้นของอาหารทดสอบลง 10 เท่า (Kumur and Singh, 2006) เลี้ยงเชื้อราเป็นระยะเวลานาน 10 วัน จากนั้นนำตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมใส่ลงในจานอาหารจำนวน 100 ตัว ต่อจานอาหารทดสอบ ทำ 3 ซ้ำ ในแต่ละไอโซเลทเชื้อรา สำหรับชุดควบคุมไม่ต้องเลี้ยงเชื้อราให้ใส่เฉพาะตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 อย่างเดียว ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของไส้เดือนฝอยทุกๆ 3 5 และ 7 วัน พร้อมถ่ายภาพพฤติกรรมการเข้าทำลายไส้เดือนฝอยของเชื้อราและวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Completely randomized design (CRD)

วิธีเตรียมตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2

ทำโดยนำรากปมต้นผักกาดหอมห่อที่มีอายุการปลูกนานประมาณ 40-45 วัน (งดให้น้ำก่อนนำมาใช้ทดสอบ 3 วัน) มาแช่น้ำเพื่อล้างดินออก คัดเลือกรากปมที่มีถุงไข่สีน้ำตาลเข้ม ซึ่งยื่นออกมาภายนอกราก ดังแสดงในภาพที่ 2 จากนั้นนำรากปมลักษณะดังกล่าวมาแช่ใน Clorox ® 1 % นาน 1 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ใช้เข็มปลายแหลมที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วสะกิดถุงไข่ออกมาใส่ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่บรรจุในจานแก้วนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาจานแก้ว ทิ้งไว้ประมาณ 24-36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 27±3 องศาเซลเซียส (ภมรทิพย์, 2546) เพื่อให้ไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 โดยเฉลี่ยหนึ่งถุงไข่จะมีไข่ไส้เดือนฝอยอยู่ในช่วง 100-1,000 ฟอง (นุชนารถ, 2546)

วิธีนับจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 เพื่อใช้ทดสอบ

เริ่มจากเขย่าสารแขวนลอยไส้เดือนฝอยในจานแก้วหลังจากการฟักไข่ ตามวิธีเตรียมตัวอ่อนไส้เดือนฝอยข้างต้นแบบเบาๆ ดูดสารแขวนลอยปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาตรวจนับจำนวนด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo หาค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยแล้วคำนวณหาปริมาตรของสารแขวนลอยที่มีไส้เดือนฝอยจำนวน 100 ตัว โดยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ จากนั้นดูดสารแขวนลอยเท่ากับปริมาตรที่คำนวณได้ใส่ในจานอาหารทดสอบแต่ละจาน



ภาพที่ 2 ลักษณะรากปมที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย

A. ถุงไข่สีน้ำตาลเข้ม ภายในมีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 1

B. รากปม ภายในมีไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* sp. เพศเมีย ระยะเต็มวัย

8. การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. สภาพโรงเรือนทดลอง

คัดเลือกไอโซเลทเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 อันดับแรกที่มีประสิทธิภาพในการทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมคือ *A. oligospora* ไอโซเลท ห้วยน้ำริน (HNR oli) และดงฤาษี (Dong oli) กับ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong con) และปางดะ (PD) จากผลการทดลองข้อ 7 มาเลี้ยงบนเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นึ่งฆ่าเชื้อ (ผลการคัดเลือกข้อ 4) ในรูปแบบของการเลี้ยงเชื้อสดบนเมล็ดธัญพืช (granular formulation) (Kumur and Singh, 2006)

ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อสด

เริ่มจากชั่งเมล็ดธัญพืชที่ล้างและต้มในน้ำจนเมล็ดธัญพืชมีลักษณะอ่อนนิ่ม จำนวน 300 กรัม ใส่เมล็ดธัญพืชที่ได้ในถุงพลาสติกใส ซ้อนกัน 2 ชั้น คลอบปากถุงด้วยคอขวดพลาสติกที่อุดจุกด้วยสำลี นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที ทิ้งให้เย็น จากนั้นใส่เชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ซึ่งเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อตามขั้นตอนการเตรียมเชื้อราเพื่อใช้ในการทดสอบวิธีการทดลองข้อ 2 แต่เจาะชิ้นวุ้นขนาด 1 เซนติเมตร ลงในถุงอาหารเมล็ดธัญพืชที่เตรียมไว้แล้ว จำนวน 5 ชิ้นต่อถุง บ่มเชื้อในตู้เพาะเลี้ยงในสภาพที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต คือ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส และได้รับแสง 12 ชั่วโมงสลับมืด 12 ชั่วโมง (ผลการทดลองข้อ 5) เป็นระยะเวลานาน 12 วัน เตรียมหัวเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท รวมทั้งหัวเชื้อรา *T. harzianum* และ *P. lilacinus* ตามขั้นตอนที่กล่าวข้างต้น

การทดสอบแบ่งออกเป็น 19 กรรมวิธี ดังต่อไปนี้

1. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli น้ำหนัก 50 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
2. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
3. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
4. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 50 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
5. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
6. เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
7. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con น้ำหนัก 50 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
8. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
9. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
10. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท PD น้ำหนัก 50 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
11. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท PD น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
12. เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท PD น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย

13. สารเคมีดาโซเม็ท ใช้อบดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยในกระถางทดสอบก่อนการปลูกพืช 7 วัน อัตราใช้ 300 กรัม ต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร (ปรีชา, 2542)

14. สารเคมีคาร์โบฟูราน ใช้รองก้นหลุมก่อนการปลูกพืชในดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย อัตราใช้ 3 กรัม ต่อหลุม (ปรีชา, 2542)

15. เชื้อรา *Trichoderma harzianum* อัตราใช้ 30 กรัม ต่อหลุม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย (ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

16. เชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* อัตราใช้ 4 กรัม ต่อ หลุม (สุภกิจ และคณะ, 2532) ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย

17. ชุดควบคุมไม่ใส่สารใด ๆ ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย

18. ชุดควบคุมไม่ใส่สารใด ๆ และใช้ดินอบฆ่าเชื้อ

19. ชุดควบคุมไม่ใส่สารใด ๆ และใช้วัสดุเพาะกล้าที่นึ่งฆ่าเชื้ออย่างเดียว

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) การทดสอบทำโดยบรรจุดินลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ครึ่งกระถางล่างเป็นดินอบฆ่าเชื้อและครึ่งบนเป็นดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 จำนวน 80±20 ตัว ที่ผสมกับหัวเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ตามกรรมวิธีข้างต้น รวมทั้งกรรมวิธีอื่นด้วยเช่นกัน ในแต่ละกรรมวิธีทำ 10 ซ้ำ หมักเชื้อรากับดินเป็นระยะเวลานาน 7 วัน ก่อนย้ายกล้าต้นผักกาดหอมห่อลงปลูก ดูแลรดน้ำ ให้ปุ๋ยตามวิธีการปลูกพืชจนถึงอายุการเก็บเกี่ยว

การบันทึกผล

1.ประเมินการเกิดปมที่รากเมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมห่อ (ประมาณ 40-45 วัน)ตามวิธีของ Kinloch (1990) แบ่งดัชนีการเกิดปมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

0 = ไม่มีปม

1 = มีปมเกิดขึ้นเล็กน้อย

2 = เกิดปมน้อยกว่า 25%

3 = เกิดปม 25-50%

4 = เกิดปม 50-75%

5 = เกิดปมมากกว่า 75% ของระบบราก

2. ชั่งน้ำหนักสดของพืชทดสอบ (กรัมต่อต้น)

3. ตรวจนับจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ที่อยู่ในดินหลังการทดสอบ (final population) (วิธีการตรวจนับอธิบายไว้ในส่วนของภาคผนวก ค)

4. ตรวจหาเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. จากดินในกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อราหลังการทดสอบด้วย soil dilution plating technique ความเข้มข้นเจือจาง 1 เท่า บนอาหาร PDA ที่ผสม rose bengal 0.075 กรัม

ต่ออาหาร 1 ลิตร เริ่มจากสุ่มเก็บดินในกระถางปลูกทุกกระถางแยกเป็นแต่ละกรรมวิธีให้ได้น้ำหนักรวม 100 กรัม จากนั้นผสมให้เข้ากันแล้วนำดินไปอบในตู้ hot air oven ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง สุ่มดินจำนวน 10 กรัม มาตรวจหาเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. ทำ 4 ซ้ำ ต่อกรรมวิธี การตรวจสอบผลทำโดยเขี่ยเส้นใยเชื้อราแต่ละโคโลนีที่เจริญบนอาหารหลังจากเลี้ยงเชื้อเป็นระยะเวลานาน 7 วัน มาวางในน้ำกลั่น lactophenal หรือ lactophenal cotton blue ที่หยดอยู่บนแผ่นสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วตรวจดูลักษณะเส้นใยและสปอร์ด้วย compound light microscope

นำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ผลทางสถิติตามแผนการทดลอง

9. การทดสอบวิธีการผลิตและเพิ่มปริมาณเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* sp.) สภาพโรงเรือนทดลอง

9.1 ทดสอบอัตราส่วนผสมของปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong oli)

วิธีการทดสอบเริ่มจากเลี้ยงเชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli ซึ่งเป็นไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทำลายตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมจากผลการทดลองข้อ 8 ตามขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อสดที่อธิบายในวิธีการทดลองข้อ 8 จากนั้นคลุกหัวเชื้อจำนวน 600 กรัม กับปุ๋ยหมัก 3 กิโลกรัม อัตราส่วนหัวเชื้อสดต่อปุ๋ยหมักเป็น 1:5 ซึ่งได้จากการคำนวณจำนวนสปอร์ต่อเมล็ดข้าวโพดเบื้องต้น เพื่อให้ความเข้มข้นของสปอร์ในกองปุ๋ยหมักหลังการตรวจสอบมีประมาณ 10^4 สปอร์ ส่วนผสมของปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ มูลวัว เปลือกถั่ว ขี้เถ้า รำข้าว เปลือกข้าวและขุยมะพร้าวละเอียด แบ่งกรรมวิธีการทดสอบเป็น 5 กรรมวิธี ดังแสดงในตารางที่ 2 ผสมปุ๋ยหมักตามอัตราส่วนดังแสดงในตารางกับหัวเชื้อรา แผ่กองปุ๋ยหมักแต่ละกองบนผ้าพลาสติก ความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร รดน้ำพอชื้น คลุมด้วยผ้าพลาสติกเพื่อเก็บความชื้น ดังแสดงในภาพที่ 3

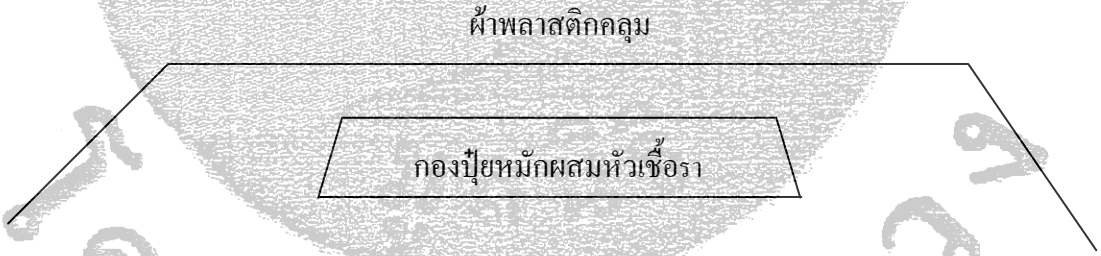
วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ทำ 4 ซ้ำในแต่ละกรรมวิธี สุ่มตัวอย่างปุ๋ยหมักที่คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดภายในกองแล้ว โดยเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักทุกซ้ำของแต่ละกรรมวิธีกองละเท่าๆ กันให้ได้น้ำหนักรวม 30 กรัม ทำการตรวจนับจำนวนสปอร์เชื้อราที่เจริญบนกองปุ๋ย ตรวจสอบผลทุกๆ 5 7 9 11 และ 13 วัน หลังจากเริ่มหมักปุ๋ยและวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Factorial in CRD

ตารางที่ 2 อัตราส่วนปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดสอบ

กรรมวิธี	อัตราส่วนของวัตถุดิบในการทำปุ๋ยหมัก 3 กิโลกรัม (%)						
ที่	มูลวัว	เปลือกถั่ว	ขี้เถ้า	รำข้าว	เปลือกข้าว	ขุยมะพร้าว	ต้นทุน
1	10 (1.0)	10 (3.0)	30 (3.0)	10 (4.0)	20 (2.0)	20 (6.0)	19.0
2	20 (2.0)	30 (9.0)	20 (2.0)	-	10 (1.0)	20 (6.0)	20.0
3	30 (3.0)	20 (6.0)	10 (1.0)	10 (4.0)	20 (2.0)	10 (3.0)	19.0
4	20 (2.0)	20 (6.0)	30 (3.0)	20 (8.0)	10 (1.0)	-	20.0
5	50 (5.0)	-	20 (2.0)	10 (4.0)	10 (1.0)	10 (3.0)	15.0

ประมาณราคาสูงสุดที่ซื้อ มูลวัว ราคากิโลกรัมละ 3 บาท เปลือกถั่ว ราคากิโลกรัมละ 9 บาท ขี้เถ้า ราคากิโลกรัมละ 3 บาท รำข้าว ราคากิโลกรัมละ 12 บาท เปลือกข้าว ราคากิโลกรัมละ 3 บาท ขุยมะพร้าวละเอียด ราคากิโลกรัมละ 9 บาท

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บเป็นราคาต้นทุนส่วนผสมที่ใช้ ซึ่งคำนวณจากปริมาณที่ใช้และราคาที่ซื้อ



ภาพที่ 3 รูปแบบการทดสอบอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมัก

วิธีการตรวจนับจำนวนสปอร์

ทำการตรวจนับสปอร์เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในแต่ละกรรมวิธี โดยใส่น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ 300 มิลลิลิตร ในตัวอย่างปุ๋ยหมัก 30 กรัม ที่เก็บมา เขย่าจนเข้ากันแล้วตรวจนับจำนวนสปอร์เชื้อราด้วย haemacytometer ทันที ภายใต้ compound light microscope ปริมาตรของสารแขวนลอยสปอร์เชื้อราที่ใช้ตรวจสอบคือ 3 μl

9.2 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong oli) และ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong con) ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม สภาพโรงเรือนทดลอง

ทดสอบหาอัตราการใช้เชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli และ *A. conoides* ไอโซเลท Dong con ที่มีประสิทธิภาพในการทำลายไส้เดือนฝอยรากปมมากที่สุด 2 อันดับแรกจากผลการทดลองข้อ 8 หลังจากเพิ่มปริมาณเชื้อราบนกองปุ๋ยหมักที่ประกอบด้วย มูลวัว 50% ขี้เถ้า 20% รำข้าว 10% เปลือกข้าว 10% และขุยมะพร้าวละเอียด 10% หมักนาน 15 วัน ซึ่งเป็นผลการทดลองในข้อ 9.1

การทดสอบแบ่งเป็น 8 กรรมวิธี ดังนี้

1. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. oligospora*; Dong oli น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
2. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. oligospora*; Dong oli น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
3. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. oligospora*; Dong oli น้ำหนัก 300 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
4. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. conoides*; Dong con น้ำหนัก 100 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
5. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. conoides*; Dong con น้ำหนัก 200 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
6. ปุ๋ยหมักผสมรา *A. conoides*; Dong con น้ำหนัก 300 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย
7. ดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 จำนวน 80 ± 20 ตัว ต่อ กระถางปลูก (inoculated)
8. ดินฆ่าเชื้อ (non-inoculated)

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) วิธีการทดสอบเริ่มจากบรรจุดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 จำนวนประมาณ 80±20 ตัว ที่ผสมกับหัวเชื้อ *Arthrobotrys* sp. ในปุ๋ยหมักตามกรรมวิธีข้างต้น ลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว แต่ละกรรมวิธีทำ 12 ซ้ำ ย้ายกล้าต้นผักกาดหอมห่อลงปลูกในกระถางทันที ดูแลรดน้ำ ให้ปุ๋ยตามวิธีการปลูกพืชจนถึงอายุการเก็บเกี่ยว บันทึกผลเหมือนการทดลองข้อ 6 แต่การตรวจหาเชื้อรา *Arthrobotrys* sp. จากดินในกรรมวิธีที่มีการปลูกเชื้อราหลังการทดสอบให้ทำการตรวจสอบด้วย soil scattering method (ภมรทิพย์, 2546) และเพิ่มการบันทึกข้อมูลด้านความสูงของต้นพืช (เซนติเมตร) ความยาวของราก (เซนติเมตร) น้ำหนักรากสด (กรัม) และน้ำหนักรากแห้ง (กรัม) การบันทึกน้ำหนักรากแห้งให้นำรากสดไปอบในตู้อบ (oven) อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ขั้นตอนการทำ soil scattering method

สุ่มเก็บดินจากทุกกระถาง (ซ้ำ)ให้ได้น้ำหนักรวม 100 กรัมในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นผสมให้เข้ากัน นำดินไปอบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 12 ชั่วโมง สุ่มดินจำนวน 3 กรัมมาทดสอบโดยโรยบนอาหาร WA ที่ผสมคลอแรมเฟนิคอล 2 % (Ghahfarokhi *et al*., 2004) ตรงแนวเส้นผ่าศูนย์กลางของจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อนาน 24 ชั่วโมง ทำการดูดสารแขวนลอยตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมลงไปในจานอาหารดังกล่าว 30 ตัวต่อจานอาหาร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 27 ± 3 องศาเซลเซียส สภาพไม่มีแสง (การตรียมตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 ให้ทำตามขั้นตอนที่อธิบายไว้ในวิธีการทดลองข้อ 5) หลังจากนั้น 3 วัน ตรวจสอบจำนวนเชื้อราที่เจริญบนเม็ดดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยของเชื้อรา เปรียบเทียบผลกับดินชุดควบคุมที่มีเฉพาะตัวอ่อนไส้เดือนฝอย (กรรมวิธีที่ 7) กำหนดแต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำและวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย Completely randomized design (CRD)

10. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ช่วงระหว่างเดือน ตุลาคม 2548 – กุมภาพันธ์ 2550

11. สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

12. กำหนดแผนการปฏิบัติงานโครงการ กิจกรรมที่จะดำเนิน และระยะเวลาของกิจกรรมต่าง ๆ แสดงดังตารางข้างล่างนี้

กิจกรรม	ต.ค.-ธ.ค. 48	ม.ค.-มี.ค. 49	เม.ย.-มิ.ย.49	ก.ค.49- เม.ย. 50
เก็บข้อมูลประชากรไส้เดือนฝอยในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อ	↔	↔	↔	
คัดเลือกเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย		↔		
ทดสอบประสิทธิภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อราในห้องปฏิบัติการ		↔		
ทดสอบการผลิตและอัตราในการใช้เชื้อราปฏิปักษ์			↔	↔
สรุปและเขียนรายงาน				↔

ผลการทดลอง

1. ประชากรไส้เดือนฝอยในพื้นที่ปลูกผัก

ผลการตรวจนับประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยพบว่า ผักกาดหอมห่อที่ปลูกในฤดูฝนอายุปลูก 45 วัน เบบี้แครอทปลูกในฤดูหนาวอายุปลูก 3 เดือนและบีทรูทปลูกในฤดูร้อนอายุปลูก 45 วัน ที่ 3 ช่วงเวลาการตรวจสอบคือ ช่วง7 วันก่อนการปลูก ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด และ 7 วันหลังเก็บเกี่ยว โดยกำหนดตำแหน่งจุดเก็บดินสภาพของแปลงปลูกเป็นดินชนิดเหนียวปนทรายละเอียด เมื่อแยกล้างไส้เดือนฝอยจากดินตรวจพบไส้เดือนฝอยจำนวน 11 สกุล จำแนกตามหลักการของ Mai and Lyon (1982) และUNL Nematology Lab (2005) แบ่งเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืช 5 สกุล คือ สกุล *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides* sp., *Helicotylenchus* sp., *Psilenchus* sp., *Tylenchus* sp. และไส้เดือนฝอยหากินอิสระ 6 สกุล คือ สกุล *Dorylaimus* sp., *Mononchus* sp., *Rhabditis* sp. และ Unknown 3 ชนิด โดยไส้เดือนฝอย *Rhabditis* sp. มีจำนวนมากที่สุด รองลงมาได้แก่ *Dorylaimus* sp. และ *Helicotylenchus* sp. ดังแสดงในตารางที่ 2-4 ภาพที่ 4-17

เมื่อพิจารณาถึงชนิดของไส้เดือนฝอยในการเข้าทำลายพืช พบว่าประชากรโดยรวมของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีจำนวนน้อยกว่าชนิดที่หากินอิสระในทุกฤดูกาล และเมื่อเปรียบเทียบเป็นฤดูกาลพบว่าในฤดูฝนจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีน้อยกว่าทุกฤดูและฤดูหนาวมีจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมากที่สุด ในฤดูร้อนมีไส้เดือนฝอยหากินอิสระมากที่สุดและฤดูหนาวมีไส้เดือนฝอยหากินอิสระจำนวนน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 5

สำหรับฤดูกาลและช่วงเวลาในการเพาะปลูกพบว่าฤดูร้อนมีจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยโดยรวมมากที่สุด ช่วงหลังการเพาะปลูกมีจำนวนไส้เดือนฝอยโดยรวมมากที่สุด (P = 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 6-7 เมื่อพิจารณาทั้งสองปัจจัยพบว่าฤดูร้อน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด มีจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยมากที่สุด รองลงมาคือฤดูหนาว ช่วงก่อนการปลูก และฤดูหนาว ช่วงกึ่งกลางอายุพืช (1 เดือน) มีจำนวนไส้เดือนฝอยน้อยที่สุด (P = 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 2 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

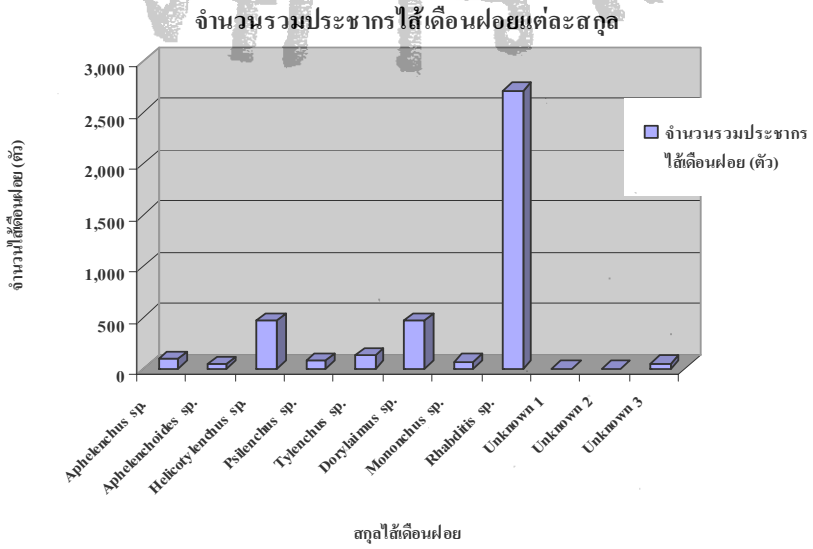
สกุลไส้เดือนฝอย	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอย (ตัว) [1]	
Aphelenchus sp.	94.17	(1.23)[3] d[2]
Aphelenchoides sp.	44.50	(1.14) ef
Helicotylenchus sp.	462.33	(1.63) b
Psilenchus sp.	76.17	(1.21) de
Tylenchus sp.	129.17	(1.32) c
Dorylaimus sp.	460.67	(1.55) b
Mononchus sp.	65.83	(1.21) de
Rhabditis sp.	2,714.67	(2.30) a
Unknown 1	0.67	(1.00) g
Unknown 2	0.17	(1.00) g
Unknown 3	49.00	(1.10) f
CV. (%)	17.49	
$LSD_{0.05}$	0.084	

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ภาพที่ 4 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย



ตารางที่ 3 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

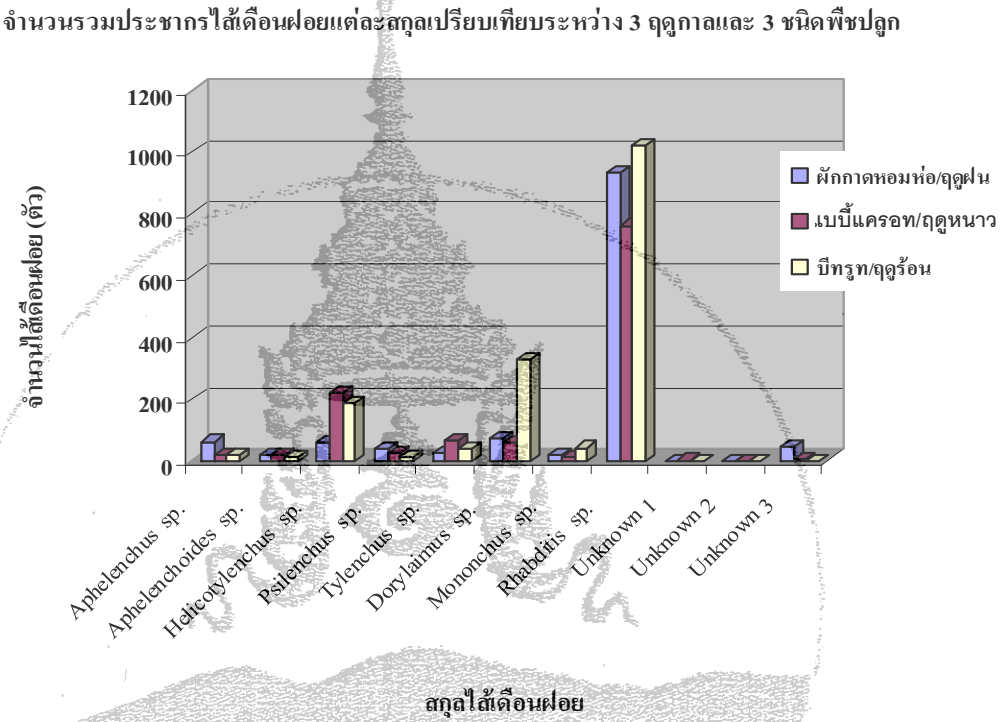
สกุลไส้เดือนฝอย	จำนวนรวมไส้เดือนฝอย ณ ช่วงเวลาต่างๆ (ตัว)[1]								
	ผักกาดหอมห่อในฤดูฝน			เบบี้แครอทในฤดูหนาว			บีทรูทในฤดูร้อน		
Aphelenchus sp.	61.17	(1.40)[3]	e[2]	16.50	(1.15)[3]	ijk[2]	16.50	(1.15)[3]	ijkl[2]
Aphelenchoides sp.	15.83	(1.14)	ijkl	17.00	(1.16)	ijl	11.67	(1.12)	ijklmn
Helicotylenchus sp.	55.67	(1.37)	ef	219.00	(1.73)	d	187.67	(1.79)	cd
Psilenchus sp.	37.00	(1.26)	efghi	26.00	(1.22)	ghij	13.17	(1.14)	ijklm
Tylenchus sp.	24.33	(1.23)	fghij	66.00	(1.38)	e	38.83	(1.34)	efgh
Dorylaimus sp.	71.33	(1.40)	e	60.83	(1.37)	ef	328.50	(1.88)	c
Mononchus sp.	15.83	(1.17)	ijk	9.17	(1.10)	klmn	40.83	(1.36)	efg
Rhabditis sp.	934.00	(2.40)	a	761.50	(2.22)	b	1,019.17	(2.30)	ab
Unknown 1	0.00	(1.00)	n	0.50	(1.00)	lmn	0.17	(1.00)	mn
Unknown 2	0.00	(1.00)	n	0.17	(1.002)	mn	0.00	(1.00)	n
Unknown 3	43.17	(1.21)	hij	5.83	(1.05)	klmn	0.00	(1.03)	klmn
CV. (%)					16.61				
$LSD_{0.05}$					0.14				

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ภาพที่ 5 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย



ตารางที่ 4 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิดและหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

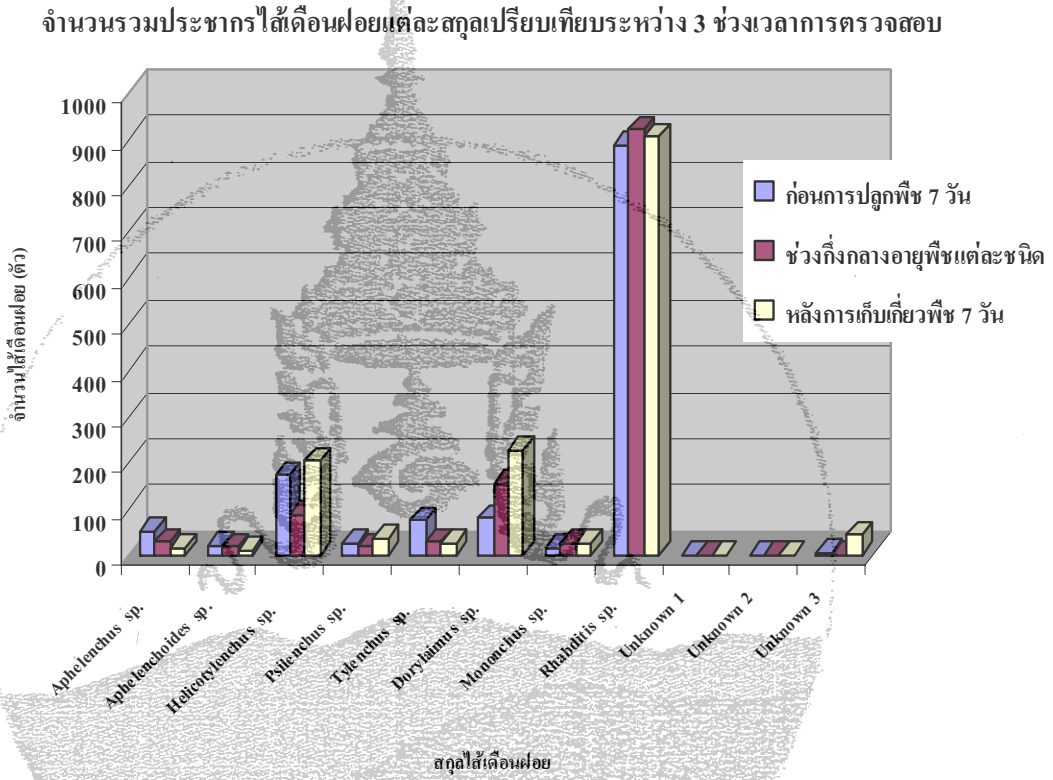
สกุลไส้เดือนฝอย	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอย ณ ช่วงเวลาต่างๆ (ตัว)[1]								
	ช่วงก่อนปลูก 7 วัน			ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด			ช่วงหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน		
Aphelenchus sp.	51.00	(1.32)[3]	ef[2]	27.17	(1.24)[3]	fg[2]	16.00	(1.13)[3]	ghij[2]
Aphelenchoides sp.	19.33	(1.18)	fghi	17.33	(1.16)	ghi	7.83	(1.08)	hij
Helicotylenchus sp.	171.50	(1.71)	c	87.17	(1.45)	de	203.67	(1.72)	c
Psilenchus sp.	23.67	(1.21)	fghi	17.50	(1.18)	fghi	35.00	(1.24)	fg
Tylenchus sp.	74.67	(1.44)	de	28.17	(1.25)	fg	26.33	(1.26)	fg
Dorylaimus sp.	79.33	(1.47)	de	155.33	(1.48)	d	226.00	(1.69)	c
Mononchus sp.	14.83	(1.16)	ghi	24.50	(1.22)	fgh	26.50	(1.26)	fg
Rhabditis sp.	888.50	(2.23)	b	920.50	(2.40)	a	905.67	(2.28)	ab
Unknown 1	0.17	(1.00)	j	0.50	(1.00)	j	0.00	(1.00)	j
Unknown 2	0.00	(1.00)	j	0.17	(1.00)	j	0.00	(1.00)	j
Unknown 3	5.83	(1.05)	ij	0.50	(1.00)	j	42.67	(1.24)	fg
CV. (%)					17.68				
$LSD_{0.05}$					0.15				

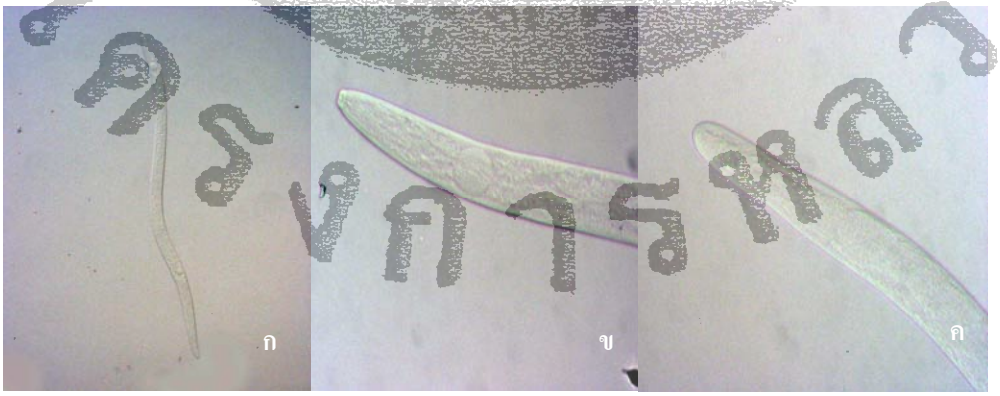
[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

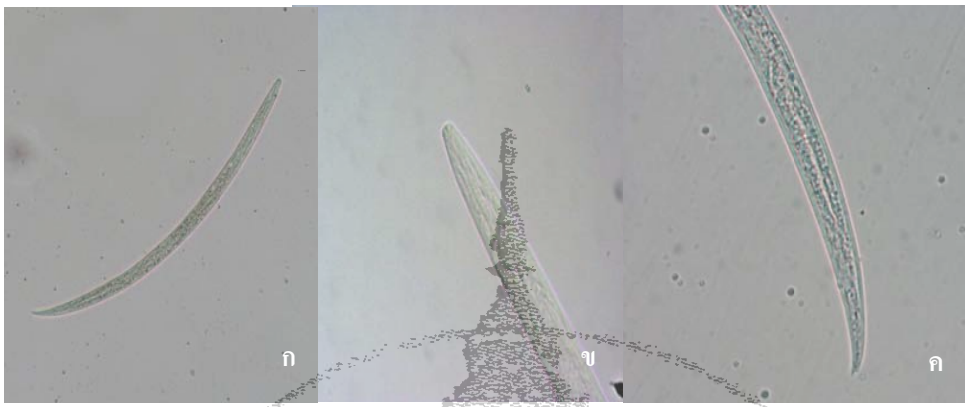
[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ภาพที่ 6 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยแต่ละสกุลที่พบในแปลงปลูกผักทั้ง 3 ชนิด ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิดและหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย



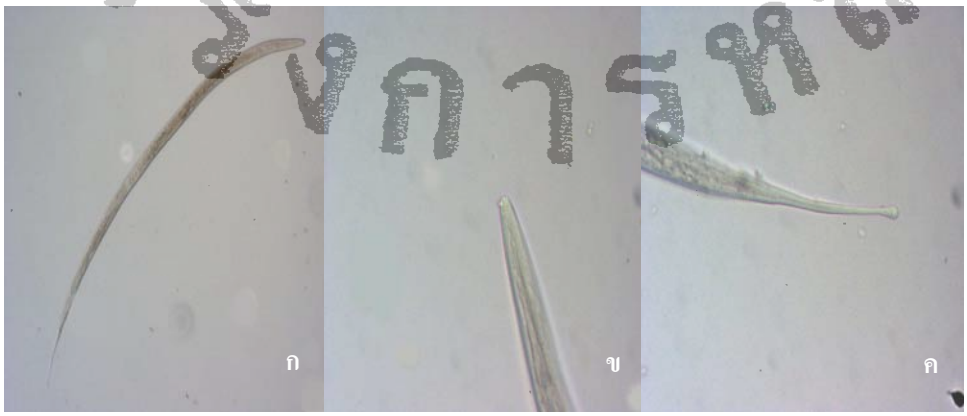


ภาพที่ 7 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Aphelenchus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (20 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)

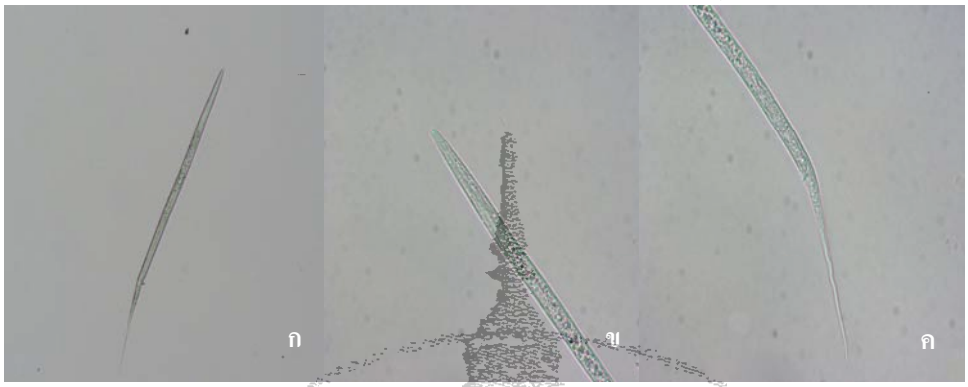


ภาพที่ 8 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Aphelenchoides* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (20×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)

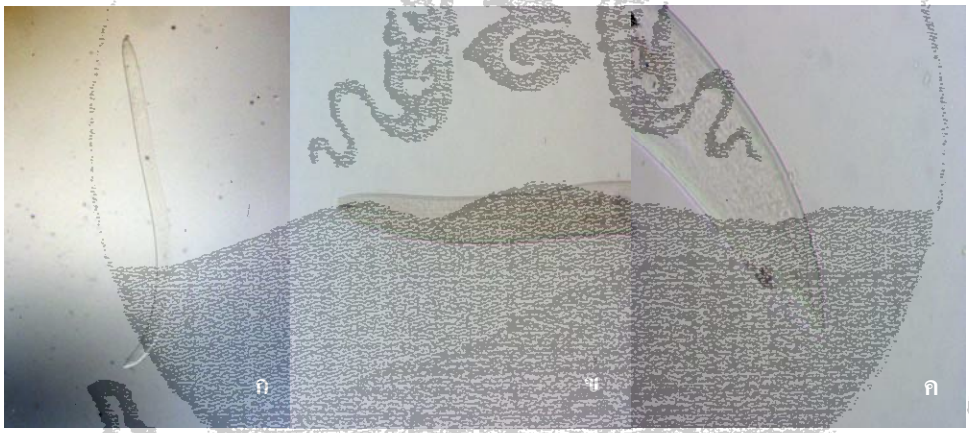
ภาพที่ 9 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Helicotylenchus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



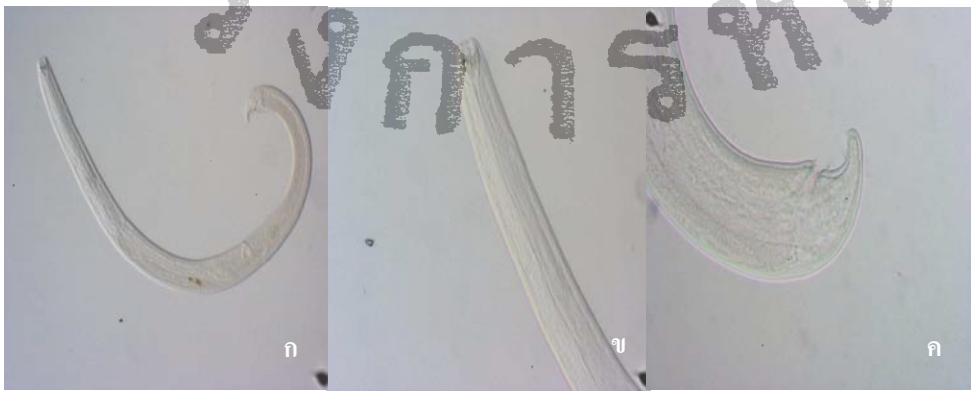
ภาพที่ 10 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Psilenchus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



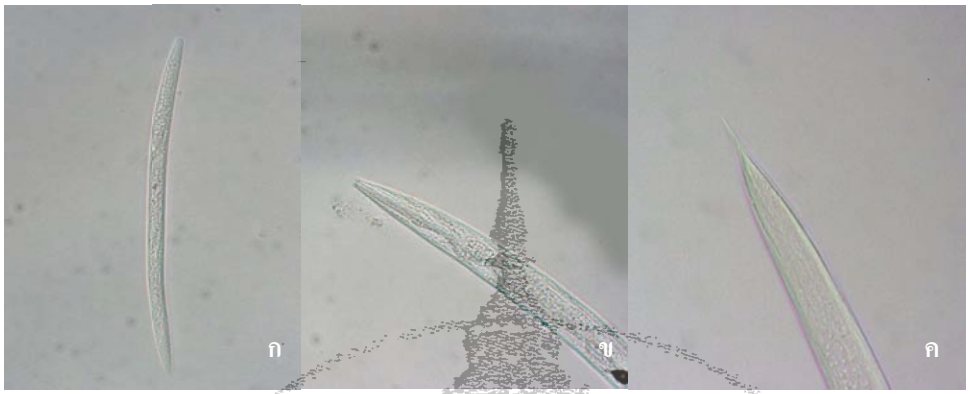
ภาพที่ 11 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Tylenchus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (20 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



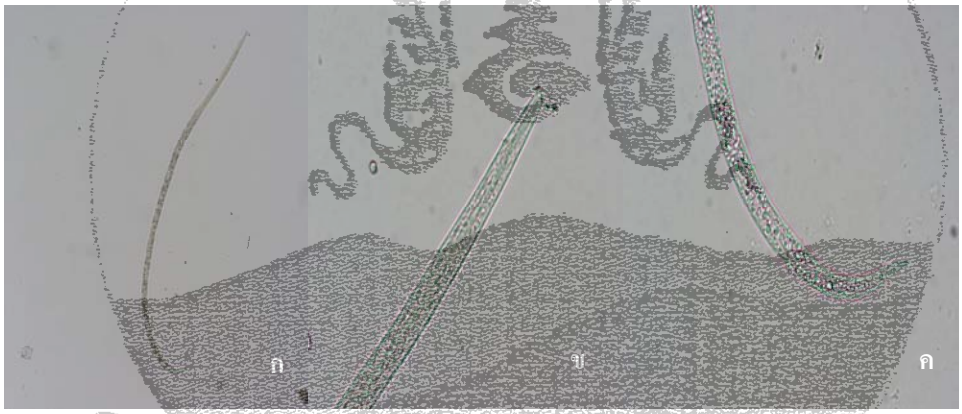
ภาพที่ 12 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Dorylaimus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (20 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



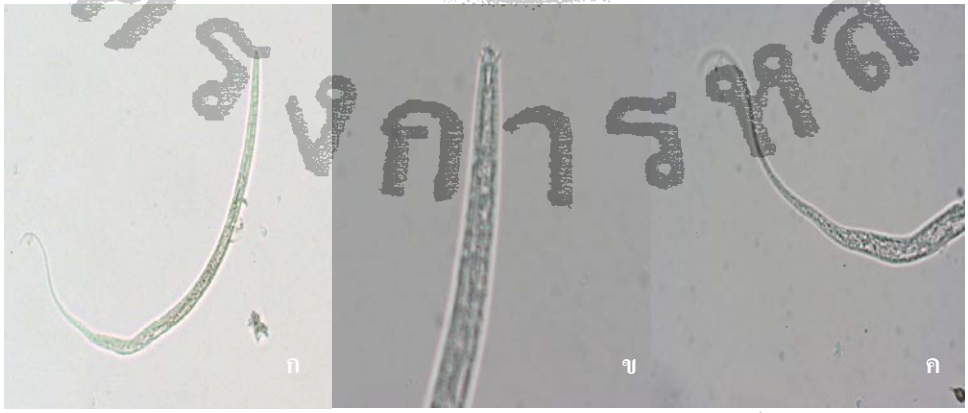
ภาพที่ 13 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Mononchus* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (20 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



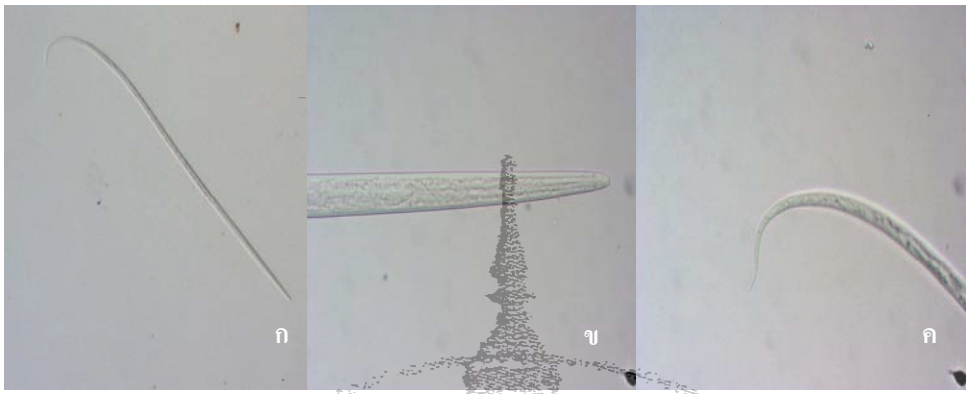
ภาพที่ 14 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Rhabditis* sp. แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (20 ×) ค. ส่วนหางแบบปลายแหลม (40 ×)



ภาพที่ 15 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 1 แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



ภาพที่ 16 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 2 แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)



ภาพที่ 17 ลักษณะไส้เดือนฝอยหากินอิสระ Unknown 3 แสดง ก. รูปร่างทั้งตัว (10 ×) ข. ส่วนหัว (40 ×) ค. ส่วนหาง (40 ×)

ตารางที่ 5 สรุปจำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน แบ่งตามประเภทไส้เดือนฝอย

ประเภทไส้เดือนฝอย	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอย (ตัว)			
	ผักกาดหอมห่อ /ฤดูฝน	เบบี้แครอท /ฤดูหนาว	บีทรูท /ฤดูร้อน	จำนวนรวมแต่ละประเภท
ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช	1,164	2,067	1,607	4,838 (2031.7)[2] a[1]
ไส้เดือนฝอยหากินอิสระ	6,386	5,063	6,836	18,250 (537.6) b
รวม	7,550	7,130	8,443	23,123
CV.(%)				56.30
$LSD_{0.05}$				786.14

[1] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[2] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ตารางที่ 6 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผัก เปรียบเทียบระหว่าง 3 ฤดู ได้แก่ ผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ชนิดพืช/ฤดูกาล	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอย (ตัว)[1]	
ผักกาดหอมห่อ/ฤดูฝน	7,550	(1.32)[3] b[2]
เบบี้แครอท/ฤดูหนาว	7,130	(1.31) b
บีทรูท/ฤดูร้อน	8,443	(1.37) a
CV. (%)	17.49	
$LSD_{0.05}$	0.046	

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ตารางที่ 7 จำนวนประชากรรวมไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผัก เปรียบเทียบระหว่าง 3 ช่วงเวลาการตรวจสอบ ได้แก่ ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ระยะการตรวจสอบ	จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอย (ตัว)[1]	
ก่อนการปลูกพืช 7 วัน	8,008	(1.34)[3] ab[2]
ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด	7,673	(1.31) b
หลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน	7,442	(1.35) a
CV. (%)	17.49	
$LSD_{0.05}$	0.046	

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ตารางที่ 8 จำนวนรวมประชากรไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงปลูกผักกาดหอมห่อในฤดูฝน เบบี้แครอทในฤดูหนาว และบีทรูทในฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ชนิดพืช/ฤดูกาล	จำนวนรวมไส้เดือนฝอย ณ ช่วงเวลาต่างๆ (ตัว)[1]								
	ก่อนการปลูกพืช 7 วัน			ช่วงกึ่งกลางอายุพืช แต่ละชนิด			หลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน		
ผักกาดหอมห่อ/ฤดูฝน	2,348	(1.32)[3]	bcde[2]	2,075	(1.24)[3]	de[2]	3,127	(1.42)[3]	abc[2]
เบบี้แครอท/ฤดูหนาว	4,329	(1.44)	ab	1,101	(1.20)	e	1,700	(1.28)	cde
บีทรูท/ฤดูร้อน	1,331	(1.27)	de	4,497	(1.48)	a	7,442	(1.36)	abcd
CV. (%)					17.49				
$LSD_{0.05}$					0.080				

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

จำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ตรวจนับในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอม ของเกษตรกร ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ลักษณะดินเป็นดินเหนียวปนดินร่วน ในฤดูหนาวมีจำนวนไส้เดือนฝอยมากกว่าฤดูร้อน และยังพบว่าช่วงก่อนการปลูกผัก มีจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. มากที่สุด ช่วงกึ่งกลางอายุพืชมีจำนวนไส้เดือนฝอยลดลง และช่วงหลังเก็บเกี่ยวพบว่าจำนวนไส้เดือนฝอยรากปมมีจำนวนลดลงมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 9 ภาพที่ 18-21

ตารางที่ 9 จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2ไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอมในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืช และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ

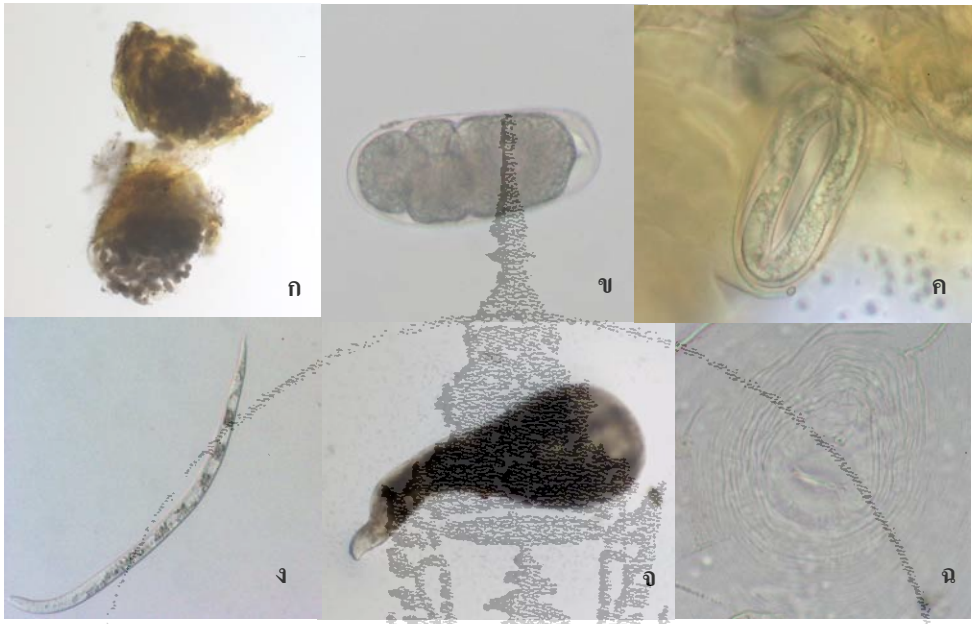
ฤดูกาล	จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2ไส้เดือนฝอยรากปม ณ ช่วงเวลาต่างๆ (ตัว)[1]					
	ก่อนการปลูกพืช 7 วัน		ช่วงกึ่งกลางอายุพืช		หลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน	
ฤดูหนาว	277	(1.74)[3] a[2]	22	(1.12)[3] b[2]	6	(1.03)[3] c[2]
ฤดูร้อน	31	(1.17) b	2	(1.01) c	2	(1.01) c
CV. (%)				6.05		
$LSD_{0.05}$				0.085		

[1] ค่าเฉลี่ยจาก 6 ซ้ำ ด้วย Factorial design

[2] ค่าที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

ภาพที่ 18 จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2ไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงปลูกคะน้าเห็ดหอมในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน ที่ช่วงก่อนการปลูกพืช 7 วัน ช่วงกึ่งกลางอายุพืช และหลังเก็บเกี่ยวพืช 7 วัน ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ



ภาพที่ 19 ลักษณะไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Meloidogyne* sp.

ก. กลุ่มไข่ในถุงไข่สีน้ำตาล

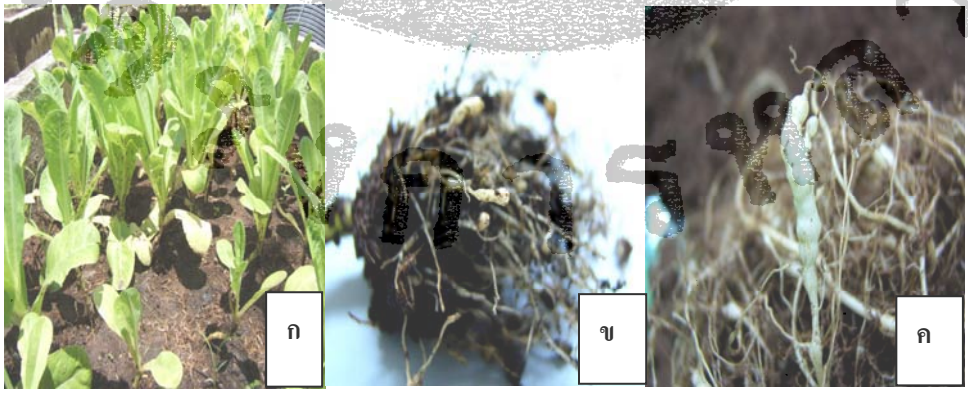
ข. ลักษณะไข่กำลังพัฒนาเป็นตัวอ่อนระยะที่ 1

ค. ตัวอ่อนระยะที่ 1 ในไข่

ง. ตัวอ่อน ระยะที่ 2 พร้อมเข้าทำลายรากพืช

จ. ตัวเต็มวัยเพศเมีย

ฉ. ลักษณะลายเส้นบริเวณก้นของตัวเต็มวัยเพศเมีย ใช้ในการจำแนกชนิด; *Meloidogyne incognita*



ภาพที่ 20 อาการรากปมที่พบในต้นเบบี้คอสและคะน้าเห็ดหอม

ก. ลักษณะต้นเบบี้คอสที่ถูกไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลาย ขนาดจะเล็กกว่าต้นปกติ

ข. ลักษณะรากปมในต้นเบบี้คอส

ค. ลักษณะรากปมในต้นคะน้าเห็ดหอม

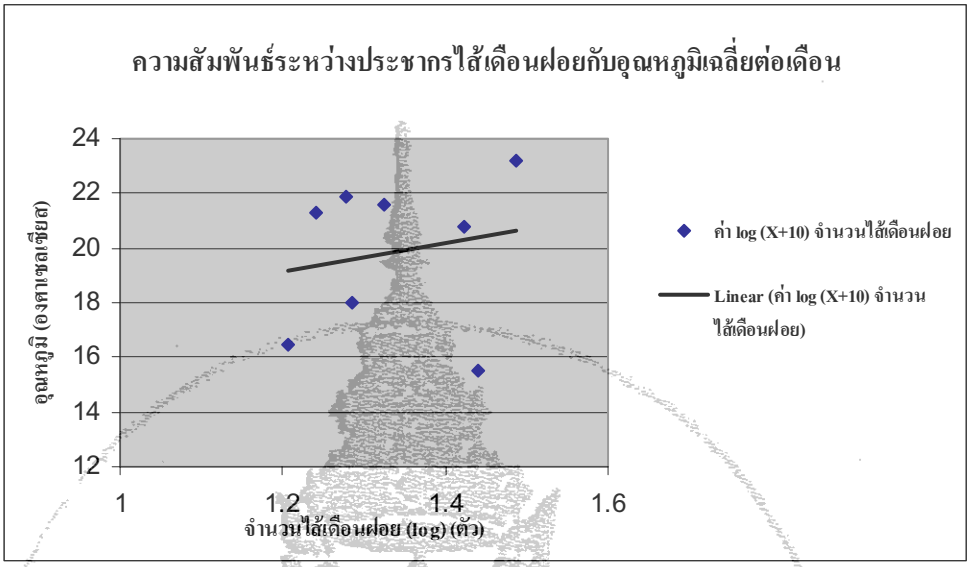
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ กับชนิดและปริมาณของไส้เดือนฝอย

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอยกับอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel อย่างง่าย ๆ พบว่าจำนวนไส้เดือนฝอยโดยรวมมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิมากที่สุด คือเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 22 องศาเซลเซียส ไส้เดือนฝอยจะมีประชากรลดลง รองลงมาคือความชื้นสัมพัทธ์ ประชากรไส้เดือนฝอยจะลดลงอย่างมากเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำถึง 81 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณน้ำฝนพบว่าไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ตรวจพบ ดังแสดงในตารางที่ 10 ภาพที่ 21-23 และตารางที่ 11-13

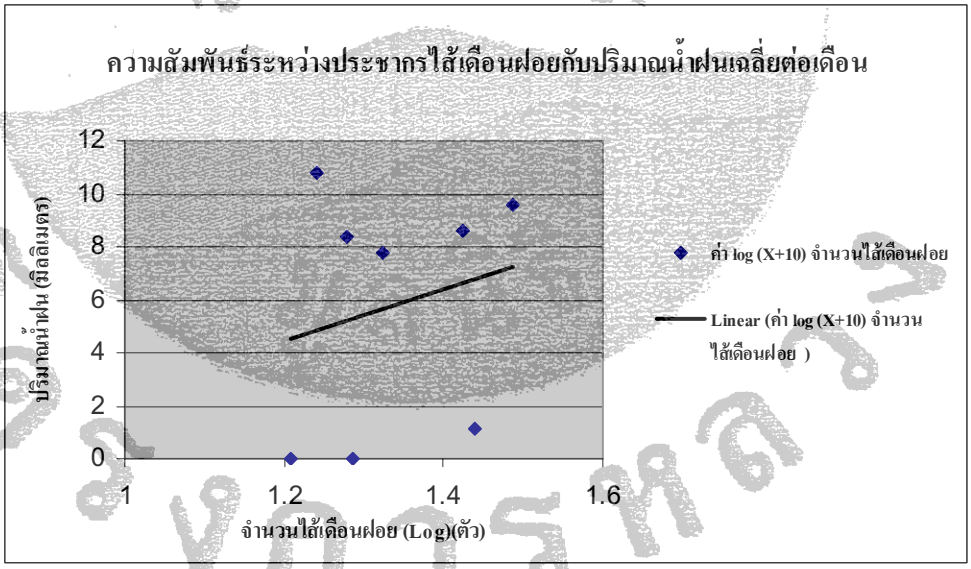
สำหรับการทดลองที่ศูนย์แม่โถ ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ (ตารางที่ 14) แต่ถ้าพิจารณาจากผลการทดลองพบว่าน่าจะให้ผลคล้ายกับที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ตารางที่ 10 อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่ตรวจสอบ

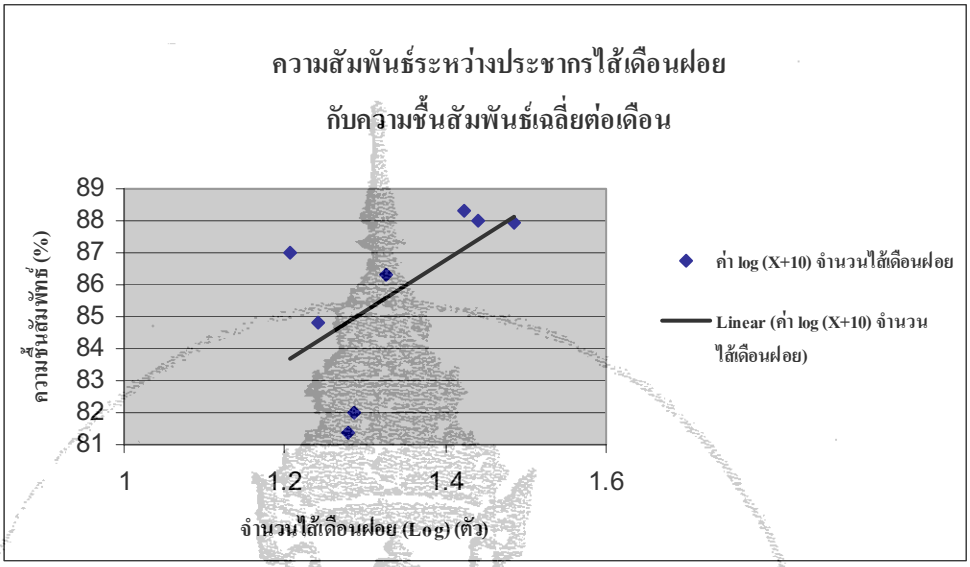
ฤดูกาล	อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่ตรวจสอบ								
	ก่อนการปลูก			ช่วงกึ่งกลางอายุพืชแต่ละชนิด			หลังเก็บเกี่ยว 7 วัน		
	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (°ซ)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ฤดูฝน	21.61	7.76	86.33	21.30	10.80	84.81	20.80	8.58	88.29
ฤดูหนาว	**15.50**	1.16	**88.00**	16.50	0.00	87.00	18.00	0.00	82.00
ฤดูร้อน	**21.91**	8.38	**81.40**	23.23	9.58	87.96	20.96	6.73	-



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอย กับอุณหภูมิเฉลี่ยต่อเดือน



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอย กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างประชากรไส้เดือนฝอย กับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 11 อุณหภูมิเฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) [1]		หมายเหตุ
	ปี 2548	ปี 2549	
มกราคม	18.4	16.5	-
กุมภาพันธ์	22.3	18.0	-
มีนาคม	19.3	21.5	-
เมษายน	20.0	21.91	-
พฤษภาคม	22.2	23.23	-
มิถุนายน	21.6	20.96	-
กรกฎาคม	21.3	-	-
สิงหาคม	20.8	-	-
กันยายน	20.5	-	-
ตุลาคม	20.06	-	-
พฤศจิกายน	18.5	-	-
ธันวาคม	15.5	-	-
อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี	20.04	-	-
อุณหภูมิสูงสุด	31.0	-	-
อุณหภูมิต่ำสุด	8.0	-	-

[1] ข้อมูลจากสถานีวิจัยโครงการหลวงหนองหอย บ้านหนองหอยเก่า ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 12 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งเดือน (มิลลิเมตร)[1]		หมายเหตุ
	ปี 2548	ปี 2549	
มกราคม	0.0	0.0	
กุมภาพันธ์	0.0	0.0	
มีนาคม	0.0	13.0	
เมษายน	0.9	8.38	
พฤษภาคม	10.19	9.58	
มิถุนายน	7.76	6.73	
กรกฎาคม	10.8	-	
สิงหาคม	8.58	-	
กันยายน	14.0	-	
ตุลาคม	4.9	-	
พฤศจิกายน	1.8	-	
ธันวาคม	1.16	-	
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี	4.93	-	
ปริมาณน้ำฝนสูงสุด	14.0	-	
ปริมาณน้ำฝนต่ำสุด	0.0	-	

[1] ข้อมูลจากสถานีวิจัยโครงการหลวงหนองหอย บ้านหนองหอยเก่า ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 13 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 2548-2549 ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

เดือน	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) [1]		หมายเหตุ
	ปี 2548	ปี 2549	
มกราคม	85.9	87.0	
กุมภาพันธ์	68.9	82.0	
มีนาคม	68.0	71.0	
เมษายน	69.2	81.4	
พฤษภาคม	77.5	87.96	
มิถุนายน	86.33	-	
กรกฎาคม	84.81	-	
สิงหาคม	88.29	-	
กันยายน	93.67	-	
ตุลาคม	88.03	-	
พฤศจิกายน	90.0	-	
ธันวาคม	88.0	-	
ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยทั้งปี	82.39	-	
ความชื้นสัมพัทธ์ สูงสุด	93.67	-	
ความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำสุด	77.5	-	

[1] ข้อมูลจากสถานีวิจัยโครงการหลวงหนองหอย บ้านหนองหอยเก่า ต.แม่แรม อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

ตารางที่ 14 ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ปี 2548 ถึง 2549 (ถึงเดือน มิถุนายน) ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	ข้อมูล[1]		หมายเหตุ
	ปี 2548	ปี 2549	
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	-	19.5	
อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	27	32.6	
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	8	8.5	
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	1,030	1,572	
ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	-	-	

[1] ข้อมูลจากอุทยานป่าไม้แม่โถ ต.บ่อสลี อ.ฮอด จ.เชียงใหม่

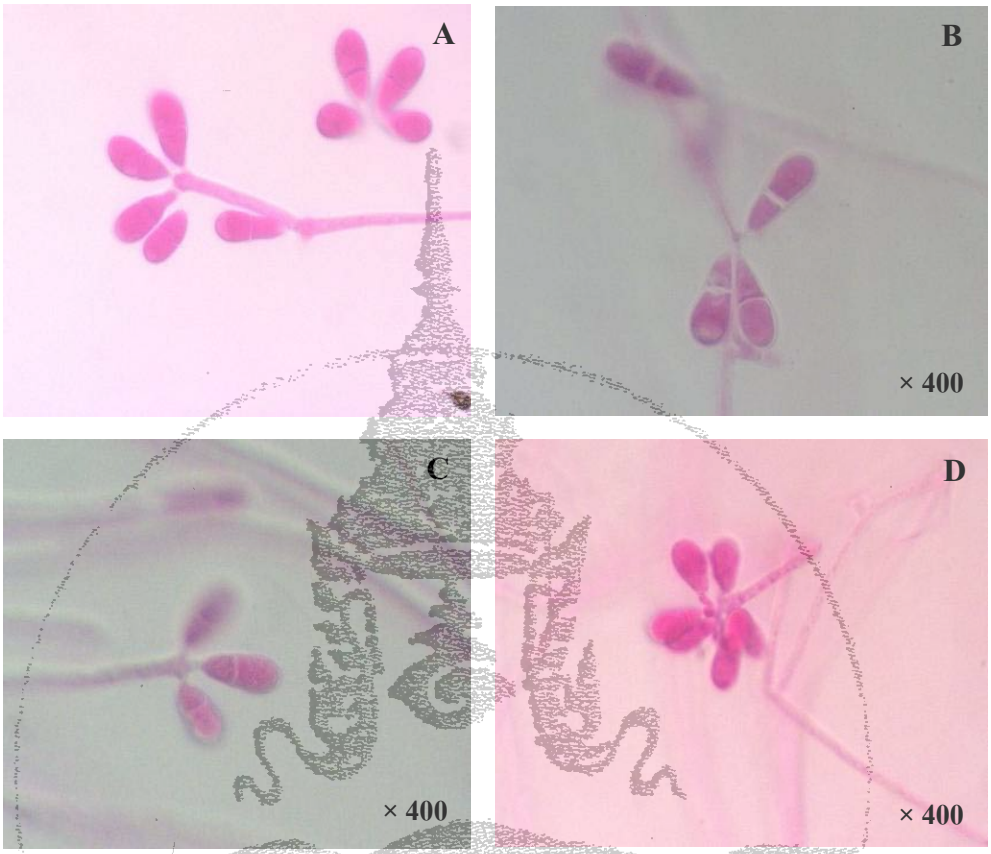
3. การศึกษาลักษณะสายพันธุ์เชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) สภาพห้องปฏิบัติการ

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. จำนวน 12 ไอโซเลท ที่เก็บใน mineral oil อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 17 เดือน เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหาร PDA (potato dextrose agar) พบการเจริญของเชื้อราจำนวน 8 ไอโซเลท แบ่งเป็นเชื้อรา *A. oligospora* 4 ไอโซเลท คือ ไอโซเลทที่แยกได้จาก ห้วยน้ำริน (HNR oil) ดงฤาษี (Dong oil) ห้วยโป่ง (HP oil) และแม่แฮ (MH) และ *A. conoides* 4 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท ห้วยน้ำริน (HNR con) ดงฤาษี (Dong con) ม.ขอนแก่น (KKU) และปางดะ (PD) ลักษณะสปอร์เชื้อรา *A. oligospora* เป็นรูปหยดน้ำ 2 เซลล์ ใส ส่วน *A. conoides* รูปร่างคล้ายกระบองสั้น 2 เซลล์ ใส รายละเอียดของราแต่ละไอโซเลทแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 24 และ 25 โดยสปอร์เชื้อราถูกย้อมด้วยสี acid-fuchsin lactophenol

ตารางที่ 15 ไอโซเลทของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. ที่สามารถเจริญได้บนอาหาร PDA

ไอโซเลท	สกุล-ชนิด	อักษรย่อ	ขนาดสปอร์ (μm) [1]	ลักษณะสปอร์
ห้วยน้ำริน	*Arthrobotrys oligospora*	HNR oli	12.30 ×25.89	2 เซลล์ ใส รูปหยดน้ำ
ดงฤาษี	*Arthrobotrys oligospora*	Dong oli	12.35 ×28.21	2 เซลล์ ใส รูปหยดน้ำ
ห้วยโป่ง	*Arthrobotrys oligospora*	HP oli	9.78 ×23.93	2 เซลล์ ใส รูปหยดน้ำ
แม่แฮ	*Arthrobotrys oligospora*	MH	13.02 ×22.47	2 เซลล์ ใส รูปหยดน้ำ
ห้วยน้ำริน	*Arthrobotrys conoides*	HNR con	9.26 ×31.48	2 เซลล์ ใส รี ยาว
ดงฤาษี	*Arthrobotrys conoides*	Dong con	10.70 ×31.40	2 เซลล์ ใส รี ยาว
ม.ขอนแก่น	*Arthrobotrys conoides*	KKU	9.85 ×31.55	2 เซลล์ ใส รี ยาว
ปางดะ	*Arthrobotrys conoides*	PD	9.52 ×27.69	2 เซลล์ ใส รี ยาว

[1] คิดจากค่าเฉลี่ยขนาดสปอร์ กว้าง × ยาว จำนวน 20 สปอร์



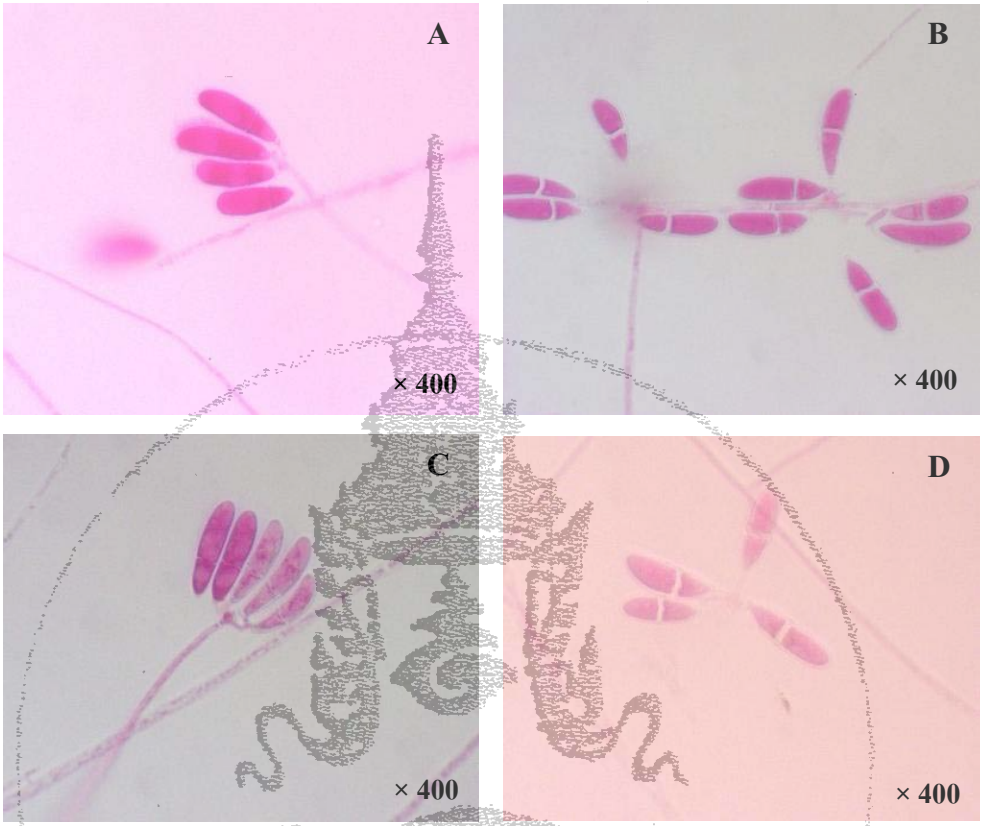
ภาพที่ 24 ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora*

A. เชื้อรา *A. oligospora* ที่แยกได้จากห้วยน้ำริน (HNR oli)

B. เชื้อรา *A. oligospora* ที่แยกได้จากดงฤาษี (Dong oli)

C. เชื้อรา *A. oligospora* ที่แยกได้จากห้วยโป่ง (HP oli)

D. เชื้อรา *A. oligospora* ที่แยกได้จากแม่แฮ (MH)



ภาพที่ 25 ลักษณะสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys conoides*

A. เชื้อรา *A. conoides* ที่แยกได้จากห้วยน้ำริน (HNR con)

B. เชื้อรา *A. conoides* ที่แยกได้จากดงฤาษี (Dong con)

C. เชื้อรา *A. conoides* ที่แยกได้จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น (KKU)

D. เชื้อรา *A. conoides* ที่แยกได้จากปางดะ (PD)

4. การคัดเลือกวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. สภาพห้องปฏิบัติการ

การทดสอบชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ 8 ชนิด เพื่อเพิ่มการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย ทั้งการเจริญทางเส้นใยและสร้างสปอร์ ได้แก่ ข้าวจ้าว ข้าวกล้อง ข้าวท่อน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มะพร้าว ถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง และมันสำปะหลัง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตารางที่ 16 และ 17 แสดงให้เห็นว่าเกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับชนิดของอาหารและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P=0.01 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารที่เติมน้ำตาลทรายและไม่เติมพบว่าอาหารที่เติมน้ำตาลทรายช่วยให้เชื้อราเจริญดีกว่าอาหารที่ไม่เติม โดยอาหารเลี้ยงเชื้อเติมน้ำตาลที่ประกอบด้วยมันสำปะหลังและมะพร้าวทำให้รา *A. oligospora* ไอโซเลท MH เจริญดีที่สุด การเจริญของเส้นใย 3 วันหลังการทดสอบมีค่า 7.90 และ 7.83 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งให้ผลแตกต่างกับเชื้อรา *A. oligospora*

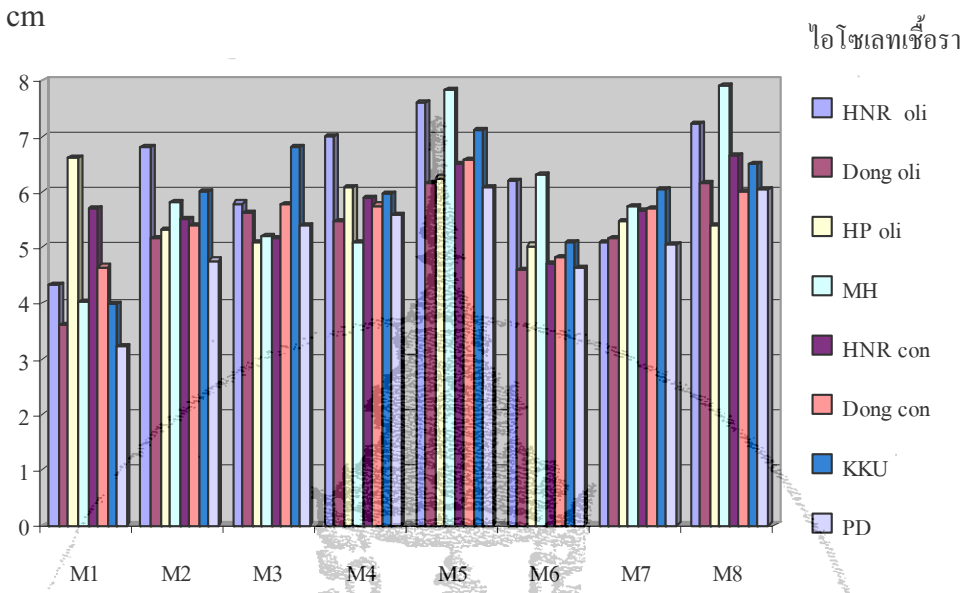
ไอโซเลท HNR oli บนอาหารมะพร้าว เส้นใยมีการเจริญ 7.60 เซนติเมตร ส่วนอาหารชนิดอื่นที่สามารถส่งเสริมการเจริญของเชื้อราได้ดีเช่นกันคือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli เจริญดีที่สุด เส้นใยมีการเจริญ 6.98 เซนติเมตร ผลการทดลองยังพบว่าอาหารไม่เติมน้ำตาลทรายที่ประกอบด้วยมะพร้าวทำให้รา *A. oligospora* ไอโซเลท HP เจริญดีเช่นกัน การเจริญของเส้นใยมีค่า 6.58 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารชนิดอื่นที่ไม่เติมน้ำตาลทราย รายละเอียดผลการทดลองแสดงในภาพที่ 26 และตารางที่ 18

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิดที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0215	3.73	0.0027
Media (M)	7	23.9668	4158.47	0.0000
Isolate (I)	7	23.9668	4158.47	0.0000
M x I	49	2.3809	413.11	0.0000
Error	315	0.0058		
Total	383			
Coefficient of variance		1.33		

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0101	2.16	0.0578
Media (M)	7	12.4920	2680.70	0.0000
Isolate (I)	7	5.8751	1260.76	0.0000
M x I	49	0.5577	119.68	0.0000
Error	315	0.0047		
Total	383			
Coefficient of variance		1.38		



ภาพที่ 26 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน

M1 = อาหารข้าวจ้าว M2 = อาหารข้าวกล้อง M3 = อาหารข้าวท่อน M4 = อาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ M5 = อาหารมะพร้าว M6 = อาหารถั่วเหลือง M7 = อาหารข้าวฟ่าง M8 = อาหารมันสำปะหลัง

ตารางที่ 18 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 3 วัน

อาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	เติมน้ำตาลทราย								ไม่เติมน้ำตาลทราย							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
ข้าวจ้าว	4.33	3.61	6.61	4.03	5.71	4.65	3.98	3.23	5.65	4.77	4.27	4.32	4.60	4.10	4.38	4.09
ข้าวกล้อง	6.80	5.15	5.30	5.81	5.51	5.40	6.00	4.76	5.10	5.00	5.32	5.09	4.35	4.09	4.54	3.74
ข้าวท่อน	5.79	5.62	5.07	5.20	5.15	5.77	6.80	5.40	4.96	5.45	5.05	4.84	4.63	4.88	5.00	4.30
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	6.98	5.47	6.08	5.07	5.90	5.75	5.96	5.59	5.16	5.35	5.97	5.64	5.12	5.03	5.47	4.55
มะพร้าว	7.60	6.16	6.25	7.83	6.51	6.57	7.11	6.09	6.32	6.17	6.58	6.23	5.25	5.56	5.65	4.76
ถั่วเหลือง	6.20	4.60	5.03	6.30	4.70	4.82	5.09	4.62	4.36	4.64	4.35	3.76	4.01	4.14	3.99	4.00
ข้าวฟ่าง	5.09	5.17	5.46	5.74	5.67	5.71	6.03	5.06	5.05	4.77	5.62	4.67	4.84	5.02	4.95	4.55
มันสำปะหลัง	7.21	6.14	5.38	7.90	6.64	5.99	6.51	6.03	5.47	5.60	5.70	5.45	4.65	5.15	4.91	4.55
$LSD_{0.01}$	0.113								0.102							
$LSD_{0.05}$	0.086								0.077							
CV.(%)	1.33								1.38							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

สำหรับการเจริญของเส้นใยหลังจาก 5 วันที่ทดสอบพบว่าเกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อกับชนิดของอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 19 และ 20 (P=0.01) ซึ่งโดยรวมแล้วอาหารมะพร้าวเติมน้ำตาลทรายส่งเสริมให้เชื้อราทุกไอโซเลทเจริญเต็มจานอาหารทดสอบ 9.00 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารมันสำปะหลังเติมน้ำตาลทรายส่งเสริมให้เชื้อราเกือบทุกไอโซเลทเจริญเต็มจานอาหารทดสอบ ยกเว้น *A. conoides* ไอโซเลท Dong con ส่วนอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เติมน้ำตาลทรายพบว่าส่งเสริมให้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli และ MH เจริญเต็มจานอาหารทดสอบ รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00955	2.65	0.0228
Media (M)	7	9.77927	2717.70	0.0000
Isolate (I)	7	5.39280	1498.68	0.0000
M x I	49	1.56188	434.05	0.0000
Error	315	0.00360		
Total	383			
Coefficient of variance		0.72		

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0305	7.69	0.0000
Media (M)	7	23.9342	6044.54	0.0000
Isolate (I)	7	12.9000	3257.87	0.0000
M x I	49	0.9569	241.67	0.0000
Error	315	0.0040		
Total	383			
Coefficient of variance		0.82		

ตารางที่ 21 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 5 วัน

อาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	เติมน้ำตาลทราย								ไม่เติมน้ำตาลทราย							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
ข้าวจ้าว	8.05	7.58	8.07	9.00	8.65	9.00	7.32	5.82	8.38	7.89	7.07	6.86	7.30	6.78	7.18	6.65
ข้าวกล้อง	9.00	8.70	8.35	8.65	7.79	7.80	8.29	7.35	7.56	7.85	7.95	8.16	6.65	6.56	7.69	5.67
ข้าวท่อน	8.61	8.70	8.20	8.30	7.15	8.19	9.00	8.05	7.83	8.56	7.95	8.05	7.50	7.55	8.26	6.56
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	9.00	8.58	8.85	9.00	8.26	8.20	8.36	8.32	8.22	8.90	8.89	9.00	8.05	7.94	8.33	7.35
มะพร้าว	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	7.98	8.83	8.80	7.55
ถั่วเหลือง	8.65	7.92	8.13	8.90	6.64	6.67	7.76	7.45	6.53	7.75	6.85	5.63	6.16	5.76	6.86	5.89
ข้าวฟ่าง	8.20	8.65	8.20	8.41	7.98	7.99	8.32	7.17	8.15	8.15	7.78	8.04	7.41	7.78	7.66	6.70
มันสำปะหลัง	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.71	9.00	9.00	7.97	8.84	8.84	8.76	7.55	8.36	7.53	7.25
$LSD_{0.01}$	0.089								0.094							
$LSD_{0.05}$	0.068								0.071							
CV.(%)	0.72								0.82							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

การตรวจนับจำนวนของสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลท ผลการทดลองพบว่า เกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรา กับชนิดของอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 22 และ 23 (P=0.01) โดยอาหารถั่วเหลืองเติมน้ำตาลทรายทำให้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli สร้างสปอร์ได้มากที่สุด 266.1×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้ผลแตกต่างกับอาหารข้าวกล้องไม่เติมน้ำตาลทรายที่ทำให้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli มีจำนวนสปอร์ 238.9×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร (P = 0.01) รองลงมาคือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ผสมน้ำตาลทรายทำให้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli และ Dong oli มีจำนวนสปอร์ 150.5×10^4 และ 149.7×10^4 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ไอโซเลท ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่นทางสถิติ P=0.05 และ P=0.01 รายละเอียดผลการทดลองแสดงตารางที่ 24

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	4.9	0.98	0.4318
Media (M)	7	29849.1	5945.37	0.0000
Isolate (I)	7	42159.2	8397.31	0.0000
M x I	49	5981.5	1191.39	0.0000
Error	315	5.0		
Total	383			
Coefficient of variance		5.08		

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00109	2.49	0.0310
Media (M)	7	3.16483	7263.73	0.0000
Isolate (I)	7	2.61189	5994.65	0.0000
M x I	49	0.17749	407.36	0.0000
Error	315	0.00044		
Total	383			
Coefficient of variance		1.28		

ตารางที่ 24 จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน

อาหาร	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ($\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร) [1]															
	เติมน้ำตาลทราย								ไม่เติมน้ำตาลทราย							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
ข้าวจ้าว	52.20	29.70	14.66	8.20	18.23	5.63	21.80	6.66	111.7	51.16	51.73	77.63	20.26	26.90	35.33	9.16
	(1.79)	(1.59)	(1.39)	(1.25)	(1.45)	(1.19)	(1.49)	(1.22)	(2.08)	(1.78)	(1.79)	(1.94)	(1.48)	(1.56)	(1.65)	(1.28)
ข้าวกล้อง	83.50	82.43	48.30	24.73	46.30	24.83	55.43	38.23	238.9	89.73	131.1	142.4	22.93	26.63	34.00	12.13
	(1.97)	(1.96)	(1.76)	(1.54)	(1.75)	(1.54)	(1.81)	(1.68)	(2.39)	(1.99)	(2.14)	(2.18)	(1.51)	(1.56)	(1.64)	1.34)
ข้าวท่อน	92.86	72.56	56.36	31.40	44.33	21.53	45.43	15.40	111.5	65.60	44.46	16.56	27.93	23.36	18.63	19.50
	(2.01)	(1.91)	(1.82)	(1.61)	(1.73)	(1.79)	(1.74)	(1.40)	(2.08)	(1.87)	(1.73)	(1.42)	(1.57)	(1.52)	(1.45)	(1.46)
ข้าวโพด	150.5	149.7	89.56	28.60	25.76	31.10	51.00	27.73	104.3	112.5	112.8	100.4	25.73	29.20	28.86	32.93
	(2.20)	(1.99)	(1.58)	(1.55)	(1.61)	(1.61)	(1.78)	(1.57)	(2.05)	(2.08)	(2.08)	(2.04)	(1.55)	(1.59)	(1.58)	(1.63)
เลี้ยงสัตว์																
มะพร้าว	105.7	88.50	29.40	21.70	52.16	15.46	19.86	15.36	142.5	89.40	148.1	23.00	14.70	13.36	11.50	8.03
	(2.06)	(1.99)	(1.59)	(1.50)	(1.79)	(1.40)	(1.47)	(1.40)	(2.18)	(1.99)	(2.19)	(1.51)	(1.39)	(1.36)	(1.33)	(1.25)
ถั่วเหลือง	266.1	27.76	72.76	114.9	8.46	22.73	32.86	106.4	70.96	50.10	63.70	122.6	19.50	12.90	61.06	26.20
	(2.44)	(1.57)	(1.91)	(2.09)	(1.26)	(1.51)	(1.63)	(2.06)	(1.90)	(1.77)	(1.86)	(2.12)	(1.46)	(1.35)	(1.85)	(1.55)
ข้าวฟ่าง	93.60	73.23	67.06	27.23	9.10	8.56	18.20	3.50	46.83	76.26	68.46	32.50	11.73	16.20	28.70	2.53
	(2.01)	(1.92)	(1.88)	(1.57)	(1.28)	(1.26)	(1.44)	(1.13)	(1.75)	(1.93)	(1.89)	(1.62)	(1.33)	(1.41)	(1.58)	(1.09)
มัน	7.10	12.50	3.46	0.50	3.73	0.63	1.07	1.07	2.96	1.40	0.73	0.40	0.46	0.53	0.43	0.13
	(1.23)	(1.35)	(1.12)	(1.02)	(1.13)	(1.02)	(1.04)	(1.04)	(1.11)	(1.05)	(1.03)	(1.01)	(1.01)	(1.02)	(1.01)	(1.00)
สำปะหลัง																
$LSD_{0.01}$	3.352								0.031							
$LSD_{0.05}$	2.545								0.023							
CV.(%)	5.08								1.28							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริงที่ยังไม่ได้แปลงค่า

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของโคโลนีเชื้อราเฉพาะไอโซเลทที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยและสร้างสปอร์พบว่า อาหารมันสำปะหลังและมะพร้าวที่เติมน้ำตาลทรายมีความหนาแน่นของเส้นใยน้อยคือ อยู่ในระดับ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นใยที่เจริญบนอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เติมน้ำตาลทรายและข้าวกล้องไม่เติมน้ำตาลทราย ความหนาแน่นเส้นใยอยู่ในระดับ 3 ส่วนเส้นใยของเชื้อราบนอาหารถั่วเหลืองเติมน้ำตาลทรายมีความหนาแน่นระดับ 4 รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 25 และภาพที่ 27

ตารางที่ 25 ความหนาแน่นเส้นใยของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 5 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญของเส้นใยและสร้างสปอร์ของเชื้อรา หลังการทดสอบ 7 วัน

อาหาร	ระดับความหนาแน่นเส้นใย	ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp.
ข้าวกล้องไม่เติมน้ำตาลทราย	3	โคโลนีสีครีม ลักษณะหยาบ เส้นใยเจริญเร็วปานกลาง
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เติมน้ำตาลทราย	3	โคโลนีสีครีม ลักษณะหยาบ เส้นใยเจริญค่อนข้างเร็ว
มะพร้าวเติมน้ำตาลทราย	2	โคโลนีสีครีม ลักษณะบาง เส้นใยเจริญเร็วมาก
ถั่วเหลืองเติมน้ำตาลทราย	4	โคโลนีสีครีม ลักษณะฟู หนา เส้นใยเจริญค่อนข้างเร็ว
มันสำปะหลังเติมน้ำตาลทราย	1	เส้นใยเจริญเร็ว แต่บางมาก

หมายเหตุ

1 แทน เส้นใยเจริญหนาแน่นน้อยมาก

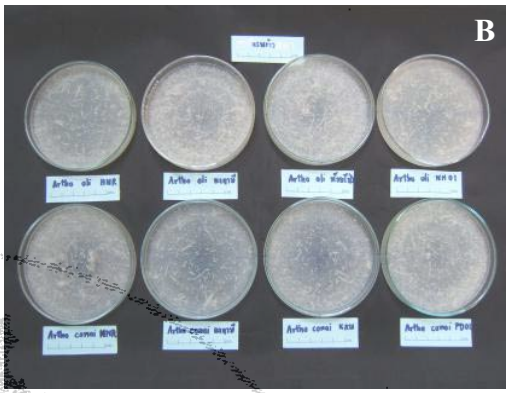
2 แทน เส้นใยเจริญหนาแน่นน้อย

3 แทน เส้นใยเจริญหนาแน่นปานกลาง

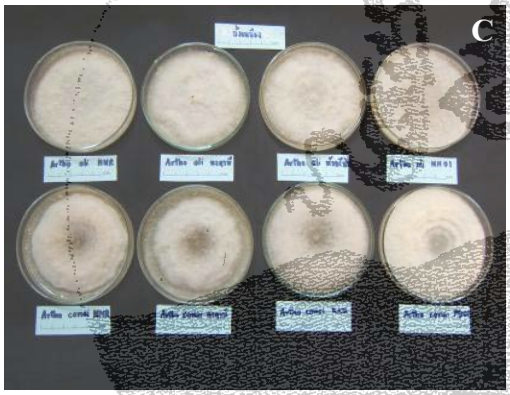
4 แทน เส้นใยเจริญหนาแน่นมาก

ข้าวโพดเลี้ยงเติมน้ำตาลทราย

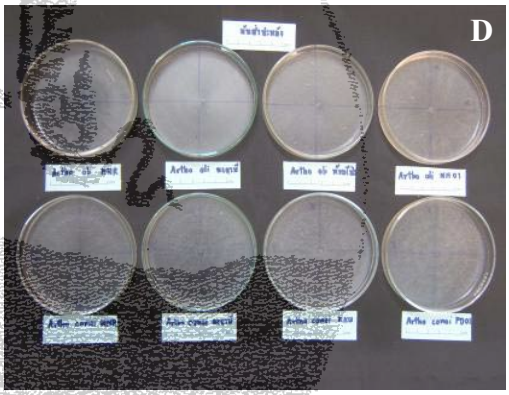
มะพร้าวเติมน้ำตาลทราย



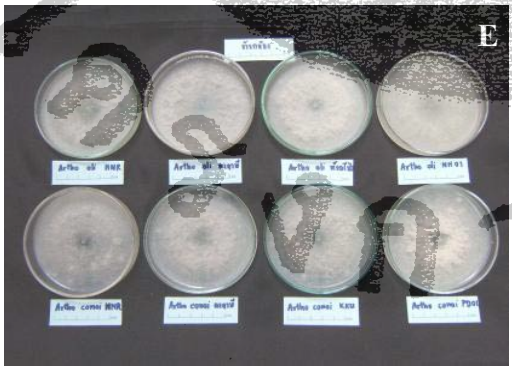
ถั่วเหลืองเติมน้ำตาลทราย



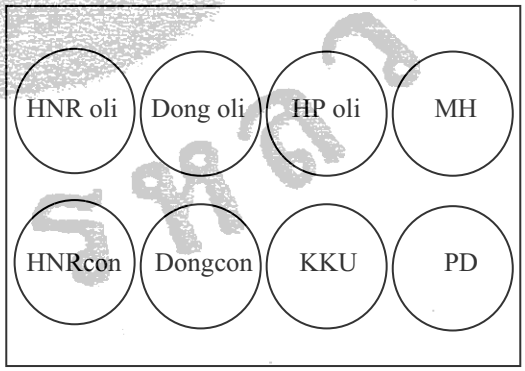
มันสำปะหลังเติมน้ำตาลทราย



ข้าวกล้องไม่เติมน้ำตาลทราย



แผนผังตำแหน่งเชื้อรา 8 ไอโซเลท



ภาพที่ 27 ลักษณะโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่เจริญบนอาหาร 5 ชนิด หลังการทดสอบ 7 วัน

A. อาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ B. อาหารมะพร้าว C. อาหารถั่วเหลือง

D. อาหารมันสำปะหลัง E. อาหารข้าวกล้อง

5. การทดสอบปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp.

5.1 ทดสอบระดับของอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

การทดสอบอุณหภูมิทั้ง 6 ระดับ ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. จำนวน 8 ไอโซเลท ปรากฏว่าเกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับอุณหภูมิ ทั้ง 3 และ 5 วัน หลังการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 26 และ 27 (P=0.01) อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราทั้งด้านเส้นใยและการสร้างสปอร์ทุกไอโซเลท การเจริญของเส้นใยช่วง 3 วัน หลังการทดสอบของเชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท KKU ซึ่งเจริญดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ PD ที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากันคือ 2.84 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % กับไอโซเลท PD ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส การเจริญของเส้นใยมีค่า 2.79 เซนติเมตร ส่วนผลการทดสอบในวันที่ 5 พบว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเชื้อรายังสามารถเจริญได้ดี ไอโซเลทที่เจริญได้ดีที่สุดคือ KKU เส้นใยมีการเจริญ 5.57 เซนติเมตร (P = 0.01) รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 28

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0008	0.38	0.8655
Isolate (I)	7	0.2831	127.44	0.0000
Temperature (T)	5	57.3181	25804.1	0.0000
I x T	35	0.1291	58.10	0.0000
Error	235	0.0022		
Total	287			
Coefficient of variance		3.53		

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.005	1.59	0.1633
Isolate (I)	7	0.642	211.24	0.0000
Temperature (T)	5	230.261	75720.9	0.0000
I x T	35	0.620	203.79	0.0000
Error	235	0.003		
Total	287			
Coefficient of variance		2.19		

ตารางที่ 28 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน

	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	3 วัน								5 วัน							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
อุณหภูมิ (° C)	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
10	0.55	0.64	0.35	0.65	0.40	0.45	0.53	0.50	1.15	1.55	1.07	1.25	1.24	1.21	1.13	1.22
20	2.09	1.58	1.90	1.57	1.70	1.61	1.94	1.95	3.85	2.81	4.14	2.77	3.29	3.29	3.19	3.46
25	2.58	2.51	2.70	2.62	2.25	2.53	2.60	2.84	4.62	5.10	5.36	5.35	4.57	5.08	5.12	5.01
30	2.28	2.38	2.77	2.58	2.29	2.12	2.84	2.79	4.98	4.10	5.38	5.25	4.57	4.17	5.57	4.81
35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
40	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
$LSD_{0.01}$	0.070								0.082							
$LSD_{0.05}$	0.053								0.062							
CV.(%)	3.53								2.19							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

สำหรับการสร้างสปอร์ของเชื้อราพบว่า เกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับอุณหภูมิ ดังแสดงในตารางที่ 29 (P=0.01) อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการสร้างสปอร์มากที่สุด โดยอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ช่วยส่งเสริมให้เชื้อราสร้างสปอร์ดีกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผลการทดลองยังพบว่า *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli สร้างสปอร์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดีที่สุดจำนวนสปอร์มีค่า 95.33 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้ผลแตกต่างจาก *A. oligospora* ไอโซเลท HP ที่มีการสร้างสปอร์จำนวน 64.83 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่นกัน (P=0.01) สำหรับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท HNR con และ Dong con สร้างสปอร์ได้ดีที่สุด จำนวนสปอร์มีค่า 45.90 $\times 10^4$ และ 42.13 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (P=0.01) ส่วนอุณหภูมิ 35 และ 40 องศาเซลเซียส ไม่พบการสร้างสปอร์ของเชื้อราทุกไอโซเลท รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00176	0.73	0.5991
Isolate (I)	7	0.40541	168.76	0.0000
Temperature (T)	5	2.64233	1099.92	0.0000
I x T	35	0.17322	72.11	0.0000
Error	235	0.00240		
Total	287			
Coefficient of variance		4.12		

ตารางที่ 30 จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

อุณหภูมิ (° C)	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ($\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร) [1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
10	0.00 [2]	0.26 [2]	0.00 [2]	0.16 [2]	0.06 [2]	0.16 [2]	0.03 [2]	0.00 [2]
	(1.00) [3]	(1.01) [3]	(1.00) [3]	(1.01) [3]	(1.76) [3]	(1.00) [3]	(1.00) [3]	(1.00) [3]
20	17.96	0.60	21.80	0.00	5.93	13.80	0.00	1.03
	(1.44)	(1.02)	(1.49)	(1.00)	(1.20)	(1.37)	(1.00)	(1.04)
25	7.96	95.33	64.83	15.33	28.30	32.36	16.30	4.76
	(1.25)	(2.01)	(1.86)	(1.39)	(1.57)	(1.62)	(1.41)	(1.16)
30	11.83	16.63	36.26	0.43	45.90	42.13	13.26	0.06
	(1.33)	(1.41)	(1.65)	(1.01)	(1.73)	(1.70)	(1.36)	(1.00)
35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)
$LSD_{0.01}$	0.073							
$LSD_{0.05}$	0.055							
CV.(%)	4.12							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริงที่ยังไม่ได้แปลงค่า

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

5.2 ทดสอบระดับความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

ผลการทดสอบระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเชื้อราทั้ง 11 ระดับ ผลปรากฏว่าเกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับ pH ดังแสดงในตารางที่ 31 และ 32 (P=0.01) เชื้อราทุกไอโซเลทสามารถเจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรดด่างตั้งแต่ระดับ 7 ถึง 11 รองลงมาคือระดับ 6 และ 12 ตามลำดับ สำหรับความเป็นกรดด่างระดับ 2 และ 3 พบว่าเชื้อราเจริญได้น้อยมาก ระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ในช่วง 3 วันที่ทดสอบคือระดับ 9-11 และ เชื้อราที่เจริญดีที่สุดคือ *A. conoides* ไอโซเลท KKU ที่ pH ระดับ 11 การเจริญของเส้นใยมีค่า 5.78 รองลงมาคือระดับ 10 ไอโซเลท KKU มีการเจริญดีเช่นกัน 5.63 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

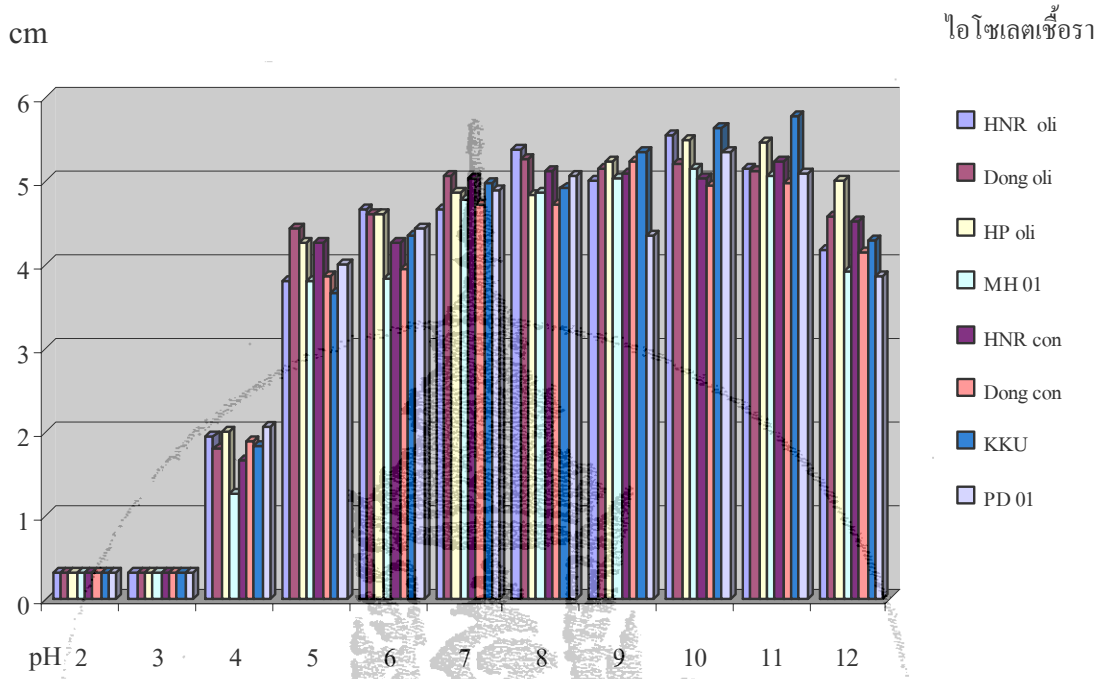
99 % ส่วนการเจริญของเส้นใยวันที่ 5 พบว่าระดับ pH 9 *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli และ Dong oli เจริญเต็มจานอาหารทดสอบ รายละเอียดผลการทดลองแสดงในภาพที่ 28 และตารางที่ 33

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.006	1.40	0.2240
Isolate (I)	7	1.073	246.79	0.0000
pH	10	179.595	41298.3	0.0000
I x pH	70	0.298	68.50	0.0000
Error	435	0.004		
Coefficient of variance		1.79		

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.005	0.59	0.7103
Isolate (I)	7	1.141	142.51	0.0000
pH	10	532.261	66464.0	0.0000
I x pH	70	0.529	66.03	0.0000
Error	435	0.008		
Total	527			
Coefficient of variance		1.39		



ภาพที่ 28 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 วัน

ตารางที่ 33 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน

pH	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	3 วัน								5 วัน							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
2	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
4	1.95	1.79	2.01	1.26	1.66	1.88	1.84	2.06	4.24	3.95	4.46	2.54	3.56	3.86	4.36	4.13
5	3.79	4.43	4.25	3.80	4.26	3.86	3.66	4.01	7.36	8.24	8.06	7.49	7.67	7.82	7.35	7.25
6	4.66	4.60	4.61	3.84	4.25	3.95	4.33	4.44	7.65	8.47	8.37	7.57	7.80	8.04	8.09	8.30
7	4.67	5.05	4.85	4.76	5.02	4.72	4.96	4.89	8.34	8.64	8.55	8.34	8.07	8.48	8.41	8.50
8	5.37	5.27	4.83	4.85	5.12	4.71	4.91	5.05	8.24	8.58	8.68	8.65	8.57	8.54	8.68	8.71
9	5.01	5.14	5.23	5.04	5.09	5.22	5.34	4.34	9.00	9.00	8.76	8.73	8.72	8.70	8.66	7.39
10	5.55	5.21	5.48	5.14	5.03	4.95	5.63	5.35	8.52	8.31	8.30	8.37	8.40	8.55	8.53	8.61
11	5.15	5.12	5.45	5.06	5.24	4.96	5.78	5.10	8.59	8.48	8.37	8.41	8.47	8.50	8.49	8.60
12	4.16	4.57	5.00	3.91	4.51	4.14	4.30	3.87	8.40	8.50	8.48	7.55	8.45	8.07	8.50	8.33
$LSD_{0.01}$	0.098								0.133							
$LSD_{0.05}$	0.074								0.101							
CV.(%)	1.79								1.39							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

สำหรับการตรวจนับจำนวนสปอร์พบว่า เกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับ pH ดังแสดงในตารางที่ 34 (P=0.01) และ pH ระดับ 7 ช่วยส่งเสริมให้เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con สร้างสปอร์มากที่สุด จำนวนสปอร์มีค่า 146.43 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับการสร้างสปอร์ของ *A. .oligospora* ไอโซเลท Dong oli ที่ pH ระดับ 9 จำนวนสปอร์มีค่า 140.33 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร (P = 0.01) รองลงมาคือการสร้างสปอร์ของรา *A. oligospora* ไอโซเลท HP ที่ pH ระดับ 9 มีจำนวนสปอร์ 123.60 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร และ *A. conoides* ไอโซเลท HNR con ที่ระดับ pH 7 มีจำนวนสปอร์ 120.56 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่วนระดับ pH 2 และ 3 พบว่าเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทุกไอโซเลทไม่มีการสร้างสปอร์ รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 35

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00515	1.77	0.1170
Isolate (I)	7	3.77707	1300.61	0.0000
pH	10	3.18380	1096.32	0.0000
I x pH	70	0.19611	67.53	0.0000
Error	435	0.00290		
Total	527			
Coefficient of variance		3.70		

ตารางที่ 35 จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

pH	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ($\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร)[1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
2	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]	0.00[2]
	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]	(1.00)[3]
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)
4	10.40	16.03	13.30	0.90	22.83	146.43	14.43	5.80
	(1.30)	(1.41)	(1.36)	(1.03)	(1.50)	(1.55)	(1.38)	(1.19)
5	20.86	55.53	21.26	11.63	60.06	67.36	25.50	8.56
	(1.48)	(1.81)	(1.49)	(1.33)	(1.84)	(1.87)	(1.54)	(1.26)
6	9.76	103.83	68.50	7.56	91.66	65.90	7.00	6.10
	(1.29)	(2.04)	(1.89)	(1.24)	(2.00)	(1.54)	(1.22)	(1.20)
7	15.53	107.46	58.46	12.26	120.56	146.43	32.56	4.86
	(1.40)	(2.06)	(1.83)	(1.33)	(2.11)	(2.18)	(1.62)	(1.17)
8	8.56	122.40	62.50	34.86	102.40	67.36	19.30	4.76
	(1.26)	(2.11)	(1.85)	(1.64)	(2.05)	(1.88)	(1.46)	(1.16)
9	15.30	140.33	123.60	23.50	73.60	65.90	26.53	6.63
	(1.40)	(2.17)	(2.11)	(1.52)	(1.91)	(1.87)	(1.56)	(1.22)
10	15.53	118.30	59.96	2.13	65.66	31.53	3.46	5.80
	(1.40)	(2.10)	(1.83)	(1.08)	(1.87)	(1.61)	(1.12)	(1.19)
11	18.13	98.96	71.00	5.36	42.83	24.56	5.80	2.63
	(1.44)	(2.10)	(1.90)	(1.18)	(1.72)	(1.53)	(1.19)	(1.10)
12	9.96	53.66	22.03	0.03	30.23	10.50	10.60	1.60
	(1.29)	(2.03)	(1.49)	(1.00)	(1.60)	(1.30)	(1.30)	(1.06)
$LSD_{0.01}$	0.080							
$LSD_{0.05}$	0.061							
CV.(%)	3.70							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริงที่ยังไม่ได้แปลงค่า

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

5.3 ทดสอบความต้องการแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราปฏิปักษ์

ผลการทดสอบสภาพแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญของรา*Arthrobotrys* spp. จำนวน 8 ไอโซเลท พบว่าเกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับสภาพแสงที่ได้รับ (P=0.01) ดังแสดงในตารางที่ 36 และ 37 ส่วนใหญ่สภาพแสง 12 ชั่วโมง สลับมืด 12 ชั่วโมง และสภาพมืด 24 ชั่วโมง ช่วยส่งเสริมให้เชื้อราเจริญดี หลังการทดสอบ 3 วัน *A. conoides* ไอโซเลท KKU และ PD มีการเจริญเท่ากันที่ 2.90 เซนติเมตร ในสภาพได้รับแสงตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งให้ผลแตกต่างกับการเจริญของเชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli ในสภาพมืดตลอด 24 ชั่วโมง เส้นใยมีการเจริญ 2.74 เซนติเมตร (P=0.01) สำหรับผลการทดสอบ 5 วัน พบว่าเชื้อราไอโซเลท KKU สามารถเจริญในสภาพได้รับแสง 12 ชั่วโมง สลับมืด 12 ชั่วโมง ดีที่สุด เส้นใยมีการเจริญ 5.78 เซนติเมตร ให้ผลแตกต่างกับการเจริญของเชื้อราไอโซเลท KKU ในสภาพมืดตลอด 24 ชั่วโมง โดยเส้นใยมีการเจริญ 5.57 เซนติเมตร (P=0.01) รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0016	0.50	0.7723
Isolate (I)	7	2.4443	778.84	0.0000
Light (L)	2	11.0346	3515.99	0.0000
I x L	14	4.3771	1394.70	0.0000
Error	115	0.0031		
Total	143			
Coefficient of variance		2.88		

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.0229	1.51	0.1907
Isolate (I)	7	6.8526	453.10	0.0000
Light (L)	2	67.8686	4487.58	0.0000
I x L	14	1.7502	115.72	0.0000
Error	115	0.0151		
Total	143			
Coefficient of variance		2.76		

ตารางที่ 38 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 3 และ 5 วัน

สภาพแสง	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	3 วัน								5 วัน							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
แสง	1.16	0.64	1.40	0.30	2.17	2.55	2.90	2.90	3.65	2.69	3.60	0.56	2.70	3.45	4.32	3.75
แสง / มืด	2.53	2.23	2.64	1.57	0.30	0.56	1.75	1.09	5.42	4.84	5.35	5.22	4.76	5.45	5.78	5.15
มืด	2.74	2.36	2.68	2.43	2.06	2.29	2.66	2.65	5.42	5.07	5.27	3.96	4.56	5.20	5.57	5.25
$LSD_{0.01}$	0.084								0.108							
$LSD_{0.05}$	0.064								0.081							
CV.(%)	2.88								2.76							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

สำหรับการสร้างสปอร์ผลปรากฏว่า เกิดปฏิกิริยาร่วมระหว่างไอโซเลทเชื้อรากับสภาพแสงที่ได้รับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น P=0.01 (ตารางที่ 39) สภาพแสง 12 ชั่วโมง สลับมืด 12 ชั่วโมง และสภาพมืด 24 ชั่วโมง ช่วยส่งเสริมให้เชื้อราสร้างสปอร์ในปริมาณมาก โดย *A. conoides* ไอโซเลท Dong con สร้างสปอร์ได้ดีที่สุดในสภาพได้รับแสง 12 ชั่วโมงสลับมืด 12 ชั่วโมง จำนวนสปอร์มีค่า 769.83 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ให้ผลไม่แตกต่างจากรา *A. oligospora* ไอโซเลท HP ที่สร้างสปอร์ได้จำนวน 609.17 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในสภาพมืดตลอด 24 ชั่วโมง แต่ให้ผลแตกต่างกับการสร้างสปอร์ของเชื้อราไอโซเลท Dong con ในสภาพมืดตลอด 24 ชั่วโมง จำนวนสปอร์ที่เชื้อราสร้างมีค่า 427.17 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ส่วนสภาพแสงตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าเชื้อราทุกไอโซเลทสร้างสปอร์ได้น้อยมาก (P=0.01) รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 40

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00066	0.13	0.9847
Isolate (I)	7	1.04310	209.42	0.0000
Light (L)	2	3.41585	685.80	0.0000
I x L	14	0.28163	56.54	0.0000
Error	115	0.00498		
Total	143			
Coefficient of variance		4.84		

ตารางที่ 40 จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน

สภาพแสง	จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ($\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร)[1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
แสง	37.00[2]	9.67[2]	17.67[2]	0.50[2]	34.33[2]	20.50[2]	68.67[2]	2.50[2]
	(1.23)[3]	(1.07)[3]	(1.12)[3]	(1.00)[3]	(1.21)[3]	(1.14)[3]	(1.37)[3]	(1.02)[3]
แสง / มืด	90.50	252.00	254.67	15.33	204.17	769.83	120.83	37.17
	(1.44)	(1.74)	(1.78)	(1.11)	(1.70)	(2.21)	(1.53)	(1.23)
มืด	63.67	271.67	609.17	15.50	348.17	427.17	85.83	57.33
	(1.35)	(1.80)	(2.11)	(1.11)	(1.89)	(1.97)	(1.42)	(1.32)
$LSD_{0.01}$	0.106							
$LSD_{0.05}$	0.080							
CV.(%)	4.84							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริงที่ยังไม่ได้แปลงค่า

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

6. การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับ *Paecilomyces lilacinus* และ *Trichoderma harzianum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อรา ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. กับ *P. lilacinus* และ *T. harzianum* บนอาหารเลี้ยงเชื้อรา ผลปรากฏว่าทุกไอโซเลทของ *Arthrobotrys* spp. ที่เลี้ยงร่วมกับเชื้อรา *P. lilacinus* มีอัตราการเจริญของเส้นใยลดลง โดย *A. conoides* ไอโซเลท PD ถูกยับยั้งมากที่สุด หลังการทดสอบ 7 วัน เปอร์เซ็นต์การยับยั้งมีค่า 41.66 แต่ไม่พบความผิดปกติเกิดขึ้นกับเส้นใยและการสร้างสปอร์ เมื่อเทียบความสามารถในการยับยั้งตามแบบของสืบศักดิ์ (2538) พบว่าเชื้อรา *P. lilacinus* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทุกไอโซเลทในระดับต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 41 ภาพที่ 29 และ 30 เช่นเดียวกันผลการทดสอบปฏิกิริยาร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับ *T. harzianum* พบว่าหลังจาก 7 วัน ที่เชื้อราทั้ง 2 ชนิดเจริญชนกันเชื้อรา *T. harzianum* เจริญคลุม *Arthrobotrys* spp. ทุกไอโซเลทและประสิทธิภาพในการยับยั้งอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 42 ภาพที่ 31 และ 32) นอกจากนี้ยังพบว่าสปอร์ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. บริเวณที่ *T. harzianum* เจริญคลุม

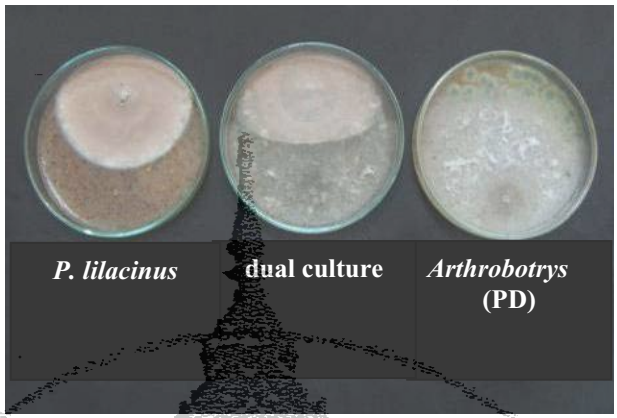
หายไป สำหรับปฏิกิริยาระหว่างเชื้อราปฏิปักษ์ *P. lilacinus* กับ *T. harzianum* พบว่าการเจริญของ *P. lilacinus* ลดลง เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเฉลี่ยหลังการทดสอบ 7 วัน มีค่า 24.43 และเมื่อเทียบความสามารถในการยับยั้งพบว่าอยู่ในระดับต่ำ รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 43 ภาพที่ 33 และ 34

ตารางที่ 41 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*

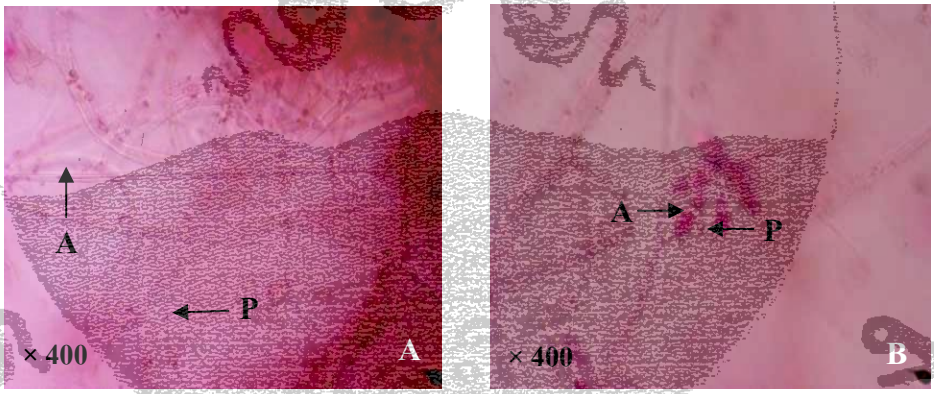
สกุล-ชนิด	ไอโซเลทเชื้อรา	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%) [1]		
		3 วัน	5 วัน	7 วัน
A. oligospora	HNR oli	26.90 d[2]	19.27 d[2]	25.00 c[2]
	Dong oli	5.23 g	3.85 f	25.00 c
	HP oli	24.95 e	19.14 d	24.07 c
	MH	20.58 f	9.51 e	25.92 c
A. conoides	HNR con	32.73 c	26.09 c	40.27 a
	Dong con	35.81 b	26.73 c	35.09 b
	KKU	38.89 a	31.23 b	39.16 a
	PD	39.22 a	34.45 a	41.66 a
$LSD_{0.01}$		1.875	1.270	3.838
$LSD_{0.05}$		1.401	0.949	2.868
CV.(%)		4.27	3.82	7.68

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %



ภาพที่ 29 ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys conoides* ไอโซเลท ปางดะ (PD) กับ *Paecilomyces lilacinus*



ภาพที่ 30 ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ที่พบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราระหว่าง *Arthrobotrys* sp. กับ *Paecilomyces lilacinus* ที่ย้อมด้วยสี acid-fuchsin lactophenol หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน

A. เส้นใยของ *Arthrobotrys* sp.(A) และ *Paecilomyces lilacinus* (P)

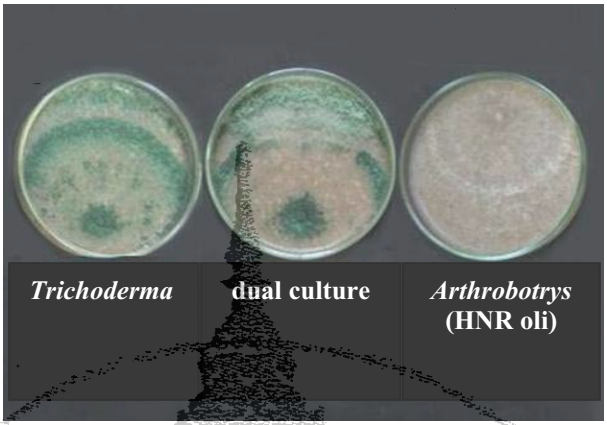
B. ลักษณะสปอร์ *Arthrobotrys* sp. (A) และ *Paecilomyces lilacinus* (P)

ตารางที่ 42 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum*

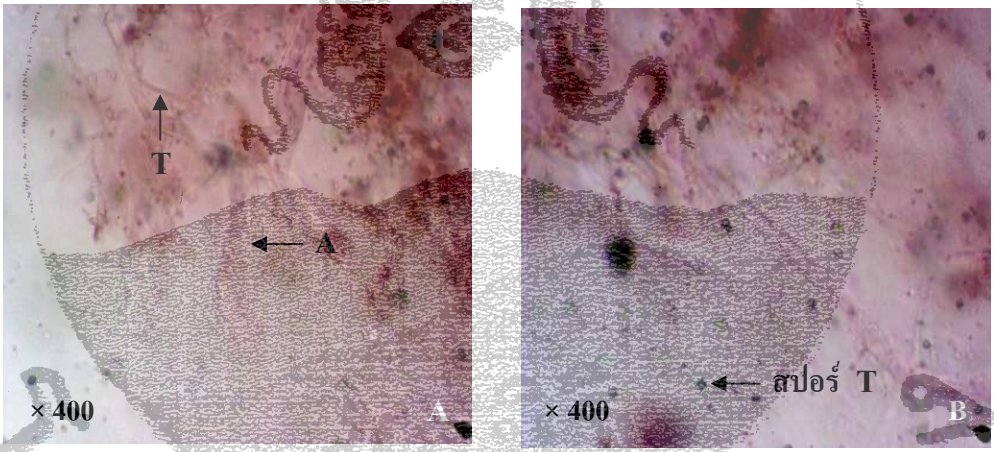
สกุล-ชนิด	ไอโซเลทเชื้อรา	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%) [1]		
		3 วัน	5 วัน	7 วัน
A. oligospora	HNR oli	36.36 d[2]	56.43 b[2]	63.60 d[2]
	Dong oli	36.57 cd	56.58 b	63.72 cd
	HP oli	30.86 e	52.67 c	60.45 e
	MH	43.34 b	52.67 c	67.59 b
A. conoides	HNR con	46.08 a	63.09 a	69.16 a
	Dong con	45.24 ab	62.51 a	68.68 ab
	KKU	39.11 c	58.32 b	65.17 c
	PD	47.77 a	64.25 a	70.13 a
$LSD_{0.01}$		2.707	1.882	1.552
$LSD_{0.05}$		2.023	1.406	1.159
CV.(%)		4.26	2.07	1.50

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %



ภาพที่ 31 ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ห้วยน้ำริน (HNR oli) กับ *Trichoderma harzianum*



ภาพที่ 32 ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ที่พบในจานอาหารเลี้ยงเชื้อราระหว่าง *Arthrobotrys* sp. กับ *Trichoderma harzianum* หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน

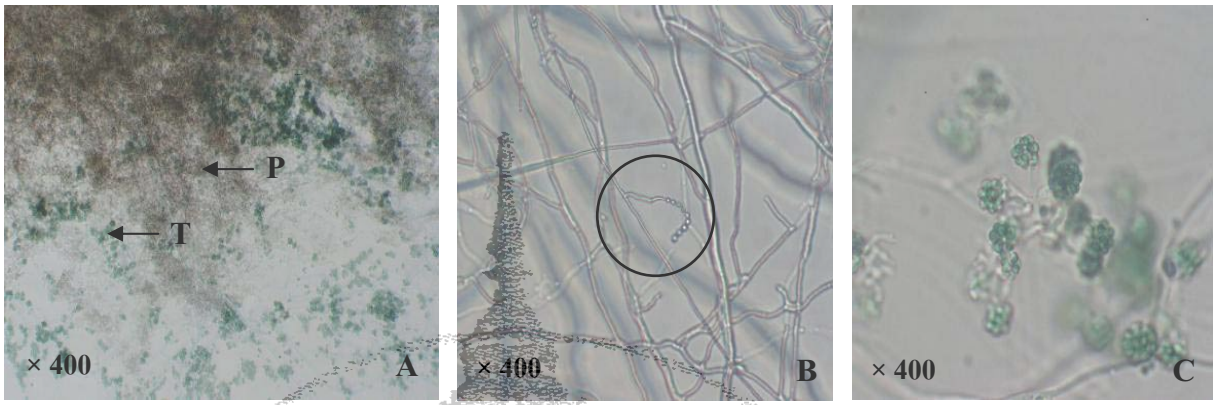
A. เส้นใยของ *Arthrobotrys* sp. (A) และ *Trichoderma harzianum* (T)

B. สปอร์ของ *Trichoderma harzianum* (T) แต่ไม่พบสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys* sp.

ตารางที่ 43 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum*

ซ้ำที่	เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง (%)		
	3 วัน	5 วัน	7 วัน
1	0.00	14.06	26.03
2	0.00	14.06	26.03
3	3.70	12.47	23.29
4	3.70	10.88	24.66
5	3.70	14.06	23.29
6	1.85	12.47	23.29
เฉลี่ย	2.16	13.00	24.43

ภาพที่ 33 ลักษณะโคโลนีที่เจริญร่วมกันระหว่างเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* กับ *Trichoderma harzianum*



ภาพที่ 34 ลักษณะของเส้นใยและสปอร์ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* กับ *Trichoderma harzianum* ที่เจริญร่วมกัน หลังโคโลนีชนกัน 7 วัน

A. กลุ่มเส้นใยและสปอร์ของ *Paecilomyces lilacinus* (P) และสปอร์ *Trichoderma harzianum* (T)

B. ลักษณะสปอร์ของ *Paecilomyces lilacinus* รูปร่างกลม สีน้ำตาลใส ขนาดเล็กกว่า *Trichoderma harzianum*

C. ลักษณะสปอร์ของ *Trichoderma harzianum* รูปร่างกลม สีเขียว ขนาดเล็ก

7. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราในการเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม สภาพห้องปฏิบัติการ

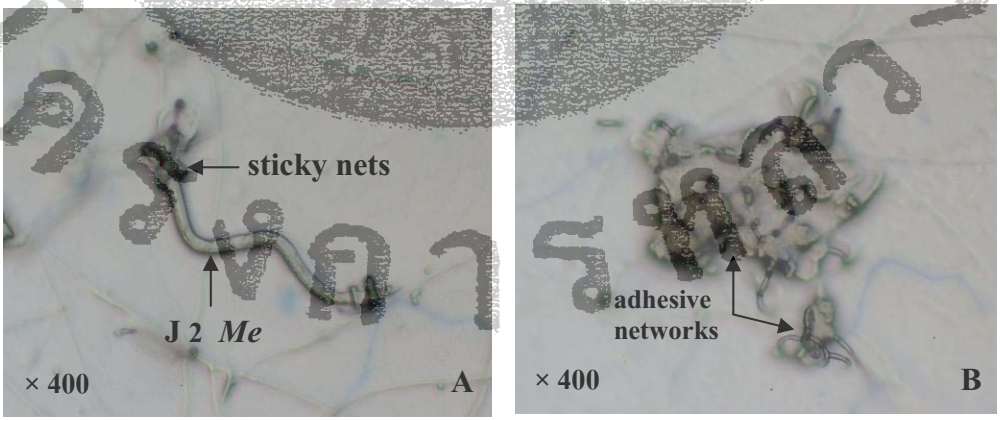
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. จำนวน 8 ไอโซเลท ต่อการเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทำจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และเจือจางความเข้มข้น 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมพบว่า ในช่วง 3 วัน หลังการทดสอบ เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายมากที่สุด 18.66 % รองลงมาคือ ไอโซเลท PD (10.33 %) ช่วง 7 วันหลังการทดสอบพบว่า เชื้อราไอโซเลท Dong con สามารถทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ได้ดีที่สุด (64.00 %) รองลงมาคือ *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli (38.66 %) *A. conoides* ไอโซเลท PD (28.33 %) และ *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli (25.33 %) ตามลำดับ รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 44 และภาพที่ 35 แสดงลักษณะการพันรัดตัวไส้เดือนฝอยรากปมและโครงสร้างตาข่ายที่สร้างโดยเชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท PD

ตารางที่ 44 เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท

สกุล-ชนิด	ไอโซเลทเชื้อรา	การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม (%)[1]		
		3 วัน	5 วัน	7 วัน
A. oligospora	HNR oli	8.00 ab[2]	17.00 bc[2]	38.66 b[2]
	Dong oli	2.00 b	10.00 bc	25.33 bc
	HP oli	0.00 b	7.66 c	19.66 c
	MH	0.00 b	5.00 c	21.33 c
A. conoides	HNR con	0.66 b	9.66 bc	23.00 c
	Dong con	18.66 a	42.33 a	64.00 a
	KKU	1.00 b	13.00 bc	21.66 c
	PD	10.33 ab	20.33 b	28.33 bc
$LSD_{0.01}$		16.436	16.975	19.935
$LSD_{0.05}$		11.929	12.321	14.469
CV.(%)		135.58	45.56	27.60

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 3 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 35 การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยของเชื้อรา *Arthrobotrys conoides* ไอโซเลท ปางดะ (PD)

A. ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม (J2 *Me*) ถูกรัดด้วยเส้นใยเชื้อรา

B. ลักษณะตาข่ายเส้นใยที่เชื้อราสร้างขึ้นในการพันรัดไส้เดือนฝอย

8. การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. สภาพโรงเรือนทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่คัดเลือกแล้ว 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้าทำลายผักกาดหอมห่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นที่มีรายงานว่าสามารถควบคุมการระบาดของไส้เดือนฝอยได้ โดยในกระถางทดสอบมีจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 เริ่มต้นประมาณ 86 ตัว ต่อกระถางปลูก ผลปรากฏว่ากรรมวิธีที่ 14 การใช้สารเคมีคาร์โบฟูรานสามารถลดจำนวนปมได้ดีที่สุด รากผักกาดหอมห่อเกิดปม 2.14 ปมต่อต้น ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % จากกรรมวิธีที่ 9 การใช้เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท Dong con น้ำหนัก 200 กรัม มีจำนวนการเกิดปม 5.10 ปมต่อต้น กรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 200 กรัม เกิดปม 5.40 ปมต่อต้น และกรรมวิธีที่ 5 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 100 กรัม เกิดปม 8.10 ปมต่อต้น ตามลำดับ แต่ทั้งหมดมีการเกิดปมในระดับ 1 ส่วนกรรมวิธีที่ลดจำนวนปมไส้เดือนฝอยได้น้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่ 16 การใช้เชื้อรา *P. lilacinus* เกิดปม 19.40 ปมต่อต้น (การเกิดปมระดับ 2) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (กรรมวิธีที่ 17) ที่มีจำนวนปม 36.20 ปมต่อต้น (การเกิดปมระดับ 3) ดังแสดงในภาพที่ 36 และตารางที่ 45 สำหรับน้ำหนักสดของผักกาดหอมห่อพบว่า กรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา ไอโซเลท Dong oli น้ำหนัก 200 กรัม ทำให้ต้นผักกาดมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดคือ 59.30 กรัม และให้ผลไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 9 การใช้เชื้อราไอโซเลท Dong con น้ำหนัก 200 กรัม ที่น้ำหนักสดมีค่า 54.50 กรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% กับกรรมวิธีที่ 3 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท HNR oli น้ำหนัก 200 กรัม น้ำหนักต้นสดมีค่า 48.50 กรัม ส่วนต้นผักกาดชุดควบคุมที่ไม่ได้มีการใส่สารใดๆ ลงไป (กรรมวิธีที่ 18) น้ำหนักสดมีค่า 50.20 กรัม และกรรมวิธีที่ 17 ชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่สารใด ๆ แต่ปลูกในดินที่มีตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย น้ำหนักสดเฉลี่ยต้นผักกาดหอมห่อมีค่า 11.60 กรัม (ตารางที่ 45 และภาพที่ 37)

จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมที่อยู่ในดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตพบว่า กรรมวิธีที่ 14 การใช้สารเคมีคาร์โบฟูราน มีจำนวนน้อยที่สุด 1.66 ตัว ต่อดินปริมาตร 300 กรัม รองลงมาคือกรรมวิธีที่ 9 การใช้เชื้อราไอโซเลท Dong con 200 กรัมผสมดิน มีจำนวนตัวอ่อน 10.66 ตัว และกรรมวิธีที่ 12 การใช้เชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท PD น้ำหนัก 200 กรัม ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้เฉพาะดินตัวอ่อนระยะที่ 2 ซึ่งเป็นชุดควบคุม มีจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอย 56.00 ตัว

ภาพที่ 36 ลักษณะรากของต้นผักกาดหอมห่อหลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ; T1 = HNR oli 50 g, T2 = HNR oli 100 g, T3 = HNR oli 200 g, T4 = Dong oli 50 g, T5 = Dong oli 100 g, T6 = Dong oli 200 g, T7 = Dong con 50 g, T8 = Dong con 100 g, T9 = Dong con 200 g, T10 = PD 50 g, T11 = PD 100 g, T12 = PD 200 g, T13 = ดาโซเม็ท, T14 = คาร์โบฟูราน, T15 = *Trichoderma harzianum*, T16 = *Paecilomyces lilacinus*, T17 = Infected soil, T18 = Autoclaved soil, T19 = Media

ตารางที่ 45 ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม น้ำหนักสดของต้นผักกาดหอมห่อและจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne* sp. (J2) หลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

กรรมวิธีที่	จำนวนปม (ปม)[1]	ระดับการเกิดปม	น้ำหนักต้นสด (กรัม)[1]	จำนวน J2 (ตัว)[2]
1.HNR oli 50 g	20.20 b[3]	2	41.00 d-f[3]	38.33 b-d[3]
2. HNR oli 100 g	10.80 c-g	2	41.20 c-f	28.33 d-f
3. HNR oli 200 g	9.50 d-g	1	48.50 b-d	23.66 e-i
4. Dong oli 50 g	17.80 b-d	2	42.60 c-e	31.33 c-e
5. Dong oli 100 g	8.40 e-h	1	45.50 b-e	24.33 e-i
6. Dong oli 200 g	5.40 f-h	1	59.30 a	18.33 f-j
7. Dong con 50 g	13.30 b-f	2	40.70 d-g	22.00 e-i
8. Dong con 100 g	9.30 d-g	1	44.00 c-e	15.33 h-j
9. Dong con 200 g	5.10 f-h	1	54.50 ab	10.66 jk
10. PD 50 g	16.30 b-e	2	33.00 fg	25.66 e-h
11. PD 100 g	14.70 b-e	2	37.10 e-g	17.00 g-j
12. PD 200 g	10.50 c-g	2	44.60 c-e	14.33 ij
13. ดาโซเม็ท	21.20 b	2	31.80 g	45.33 b
14. คาร์โบฟูราน	2.90 gh	1	21.70 h	1.66 kl
15. *T. harzianum*	13.40 b-g	2	14.00 hi	39.00 bc
16. *P. lilacinus*	19.40 bc	2	11.00 i	27.33 e-g
17. Infected soil	36.20 a	3	11.60 i	56.00 a
18. Autoclaved soil	0.00 h	0	50.20 a-c	0.00 l
19. Media	0.00 h	0	15.40 hi	0.00 l
$LSD_{0.01}$	9.248		9.128	10.475
$LSD_{0.05}$	7.008		6.917	7.820
CV.(%)	64.35		21.65	20.49

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 10 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 3 ซ้ำ ที่ตรวจพบตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมในดิน 300 กรัม

[3] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %

ภาพที่ 37 ลักษณะต้นผักกาดหอมห่อหลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ หลังการทดสอบ 45 วัน

T1 = HNR oli 50 g, T2 = HNR oli 100 g, T3 = HNR oli 200 g

T4 = Dong oli 50 g, T5 = Dong oli 100 g, T6 = Dong oli 200 g

T7 = Dong con 50 g, T8 = Dong con 100 g, T9 = Dong con 200 g

T10 = PD 50 g, T11 = PD 100 g, T12 = PD 200 g, T13 = ดาโซเม็ท

T14 = คาร์โบฟูราน, T15 = *Trichoderma harzianum*,, T16 = *Paecilomyces lilacinus*

T17 = Infected soil, T18 = Autoclaved soil, T19 = Media

ผลการตรวจหาเชื้อรา *Arthrobotrys* spp.ในกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อ บนอาหาร PDA ผสม rose bengal ด้วยวิธี soil dilution plating technique ปรากฏว่าไม่พบเชื้อราดังกล่าวเจริญในทุกกรรมวิธีที่ตรวจสอบ

9. การทดสอบวิธีการผลิตและเพิ่มปริมาณเชื้อราปฏิปักษ์ *Arthrobotrys* spp. เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* sp.) สภาพโรงเรือนทดลอง

9.1 ทดสอบอัตราส่วนผสมของปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong oli)

เมื่อพิจารณาจำนวนวันที่หมักปุ๋ยและกรรมวิธีการหมักพบว่ามีปฏิกิริยาร่วมเกิดขึ้น (P=0.01) ดังแสดงในตารางที่ 46 สำหรับอัตราส่วนผสมปุ๋ยหมักที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณการสร้างสปอร์ของเชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli ซึ่งเป็นไอโซเลทที่ให้ผลในการควบคุมไส้เดือนฝอยดีที่สุดจากการทดลองข้อ 6 คือ ปุ๋ยหมักในกรรมวิธีที่ 5 ส่วนผสมประกอบด้วย มูลวัว 50% ขี้เถ้า 20% รำข้าว 10% เปลือกข้าว 10% และขุยมะพร้าวละเอียด 10% หมักนาน 15 วัน จำนวนสปอร์เชื้อราในกองปุ๋ยหมัก 3 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1,014 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งให้ผลแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นที่ความเชื่อมั่นทางสถิติ 99 % ส่วนอัตราส่วนผสมปุ๋ยที่เพิ่มจำนวนสปอร์เชื้อราน้อยที่สุดคือ กรรมวิธีที่ 4 หมักปุ๋ยนาน 15 วัน ส่วนผสมประกอบด้วย มูลวัว 20% เปลือกถั่ว 20% ขี้เถ้า 30% รำข้าว 20% และเปลือกข้าว 10% จำนวนสปอร์เฉลี่ยมีค่า 60 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร แต่โดยรวมแล้วปุ๋ยหมักกรรมวิธีที่ 5 ให้ผลดีที่สุด สำหรับกรรมวิธีอื่นพบว่า กรรมวิธีที่ 2 ปุ๋ยหมักประกอบด้วย มูลวัว 20% เปลือกถั่ว 30% ขี้เถ้า 20% เปลือกข้าว 10% และขุยมะพร้าวละเอียด 20% หมักปุ๋ยเป็นเวลานาน 7 วัน ให้ผลรองลงมา จำนวนสปอร์มีค่า 252 $\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 47

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และinteractions จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในปุ๋ยหมักแต่ละกรรมวิธีโดยรวม

Source	DF	MS	F	P
Rep	9	0.13649	1.48	0.1553
Day (D)	5	0.32835	3.56	0.0039
Treatment (T)	4	8.12523	88.11	0.0000
D x T	20	0.35330	3.83	0.0000
Error	261	0.09222		
Total	299			
Coefficient of variance		14.20		

ตารางที่ 47 จำนวนสปอร์เชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในปุ๋ยหมักแต่ละกรรมวิธีโดยรวม

กรรมวิธี	จำนวนสปอร์ของเชื้อรา *A. oligospora* ไอโซเลท Dong oli ในปุ๋ยหมัก 3 กิโลกรัม ($\times 10^4$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร)[1]					
	5 วัน	7 วัน	9 วัน	11 วัน	13 วัน	15 วัน
1	108.0[2]	186.0[2]	126.0[2]	102.0[2]	102.0[2]	96.0[2]
	(1.18)[3]	(2.25)[3]	(2.02)[3]	(1.85)[3]	(2.02)[3]	(1.99)[3]
2	144.0	252.0	120.0	84.0	72.0	78.0
	(2.13)	(2.39)	(2.09)	(1.82)	(1.89)	(1.85)
3	84.0	150.0	180.0	192.0	156.0	150.0
	(1.88)	(2.07)	(2.23)	(2.28)	(2.17)	(2.15)
4	72.0	90.0	72.0	66.0	66.0	60.0
	(1.70)	(1.91)	(1.83)	(1.54)	(1.87)	(1.72)
5	258.0	312.0	498.0	864.0	1008.0	1014.0
	(2.40)	(2.48)	(2.69)	(2.93)	(2.98)	(2.99)
$LSD_{0.01}$	0.352					
$LSD_{0.05}$	0.267					
CV.(%)	14.20					

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 10 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริงที่ยังไม่ได้แปลงค่า

[3] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

9.2 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys oligospora* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong oli) และ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong con) ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม สภาพโรงเรือนทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ทั้ง 2 ไอโซเลท ที่แยกได้จากดงฤาษี พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดสอบมีจำนวนปมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % โดยกรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา *A. conoides* น้ำหนัก 300 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 เริ่มต้นเฉลี่ยจำนวน 81 ตัว ต่อกระถาง มีจำนวนปมที่รากน้อยสุดคือ 23.75 ปมต่อต้น(การเกิดปมระดับ 2) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีเฉพาะตัวอ่อนไส้เดือนฝอยอย่างเดียว มีจำนวนปม 61.58 ปมต่อต้น(การเกิดปมระดับ 4) ซึ่งกรรมวิธีในชุดควบคุมดังกล่าวให้ผลไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 1 ที่ใช้เชื้อรา *A. oligospora* น้ำหนัก 100 กรัม ต่อกระถางปลูก จำนวนปมมีค่า 58.16 ปมต่อต้น (การเกิดปม

ระดับ 4) น้ำหนักต้นสดของผักกาดหอมห่อ หลังการทดสอบพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % แต่กรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา *A. conoides* น้ำหนัก 300 กรัม ผสมดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอย ทำให้ต้นผักกาดหอมห่อมีน้ำหนักสดมากที่สุด 72.16 กรัม ต่อต้น

จำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมในดินหลังจากทดสอบพบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราสามารถลดจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยได้ โดยกรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา *A. conoides* น้ำหนัก 300 กรัม ต่อกระถางให้ผลดีที่สุด จำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยมีค่า 4.33 ตัว ต่อดิน300 กรัม และกรรมวิธีที่ 1 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* น้ำหนัก 100 กรัม ต่อกระถาง ลดตัวอ่อนไส้เดือนฝอยน้อยที่สุด จำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยที่พบมี 37.33 ตัว สำหรับชุดควบคุมที่มีเฉพาะตัวอ่อนไส้เดือนฝอยในกรรมวิธีที่ 7 พบว่ามีจำนวนตัวอ่อน 65.66 ตัว ซึ่งทั้ง 3 กรรมวิธีที่กล่าวให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีอื่นที่ความเชื่อมั่น 99 % ดังแสดงในตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม ระดับการเกิดปม น้ำหนักต้นสดและจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม (J2) ในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

กรรมวิธีที่	จำนวนปม (ปม)[1]	ระดับการเกิดปม	น้ำหนักต้นสด (กรัม)[1]	จำนวน J2 ที่พบ (ตัว)[2]
1. Dong oli 100 g	58.16 a[3]	4	64.98 ab[3]	37.33 b[3]
2. Dong oli 200 g	32.41 b	3	68.83 a	25.33 bc
3. Dong oli 300 g	35.33 b	3	59.91 ab	16.66 cd
4. Dong con 100 g	35.58 b	3	63.58 ab	9.66 de
5. Dong con 200 g	36.83 b	3	67.75 a	8.66 de
6. Dong con 300 g	23.75 b	2	72.16 a	4.33 de
7. Infected soil	61.58 a	4	50.91 b	65.66 a
8. Autoclaved soil	0.00 c	0	65.44 a	0.00 e
$LSD_{0.01}$	17.176		13.394	15.208
$LSD_{0.05}$	12.964		10.110	11.038
CV.(%)	45.07		19.40	30.43

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 12 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยที่ได้คิดจาก 3 ซ้ำ ที่ตรวจพบตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมในดิน 300 กรัม

[3] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %

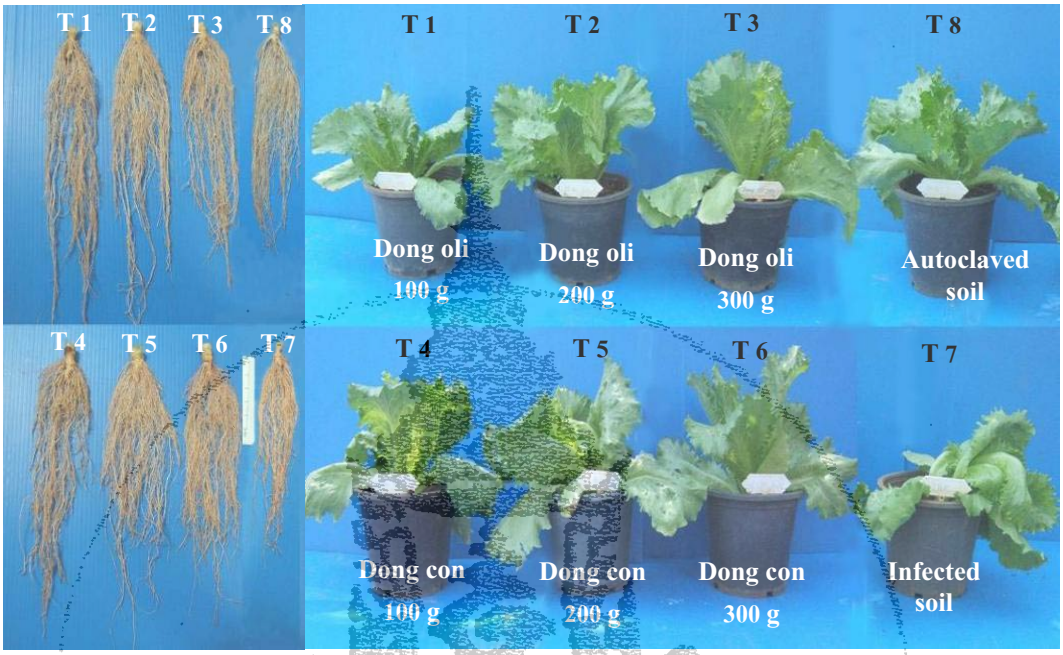
การตรวจสอบความสูงต้นผักกาดหอมห่อพบว่า กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมที่ไม่ใส่วัตถุใด ๆ กรรมวิธีที่ 6 การใช้เชื้อรา *A. conoides* น้ำหนัก 300 กรัม ต่อกระถาง กรรมวิธีที่ 5 การใช้เชื้อรา *A. conoides* น้ำหนัก 200 กรัม ต่อกระถาง กรรมวิธีที่ 3 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* น้ำหนัก 300 กรัม และกรรมวิธีที่ 2 การใช้เชื้อรา *A. oligospora* น้ำหนัก 200 กรัม ต่อกระถาง ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % ความสูงของต้นผักกาดหอมห่อมีค่า 18.20 20.22 19.13 18.93 และ 18.65 เซนติเมตร ต่อต้น ตามลำดับ สำหรับความยาวราก น้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้ง พบว่าในทุกกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ 7 ชุดควบคุมที่ใส่เฉพาะตัวอ่อนไส้เดือนฝอยมีความยาวรากมากที่สุด 17.97 เซนติเมตร ส่วนกรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมไม่ใส่สารใด ๆ และใช้วัสดุเพาะกล้าที่นึ่งฆ่าเชื้ออย่างเดียว มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด 5.42 และ 3.02 กรัม ต่อต้น ตามลำดับ (P=0.01) รายละเอียดผลการทดลองแสดงในตารางที่ 49 และภาพที่ 38

ตารางที่ 49 ผลการเปรียบเทียบความสูง ความยาว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

กรรมวิธีที่	ความสูง (ซม.)[1]	ความยาวราก (ซม.)[1]	น้ำหนักรากสด (กรัม)[1]	น้ำหนักรากแห้ง (กรัม)[1]
1. Dong oli 100 g	17.52 bc[2]	17.81 a[2]	4.49 ab[2]	2.41 a[2]
2. Dong oli 200 g	18.65 ab	17.74 a	4.44 ab	2.37 a
3. Dong oli 300 g	18.93 ab	16.68 a	4.05 b	2.09 a
4. Dong con 100 g	17.76 bc	16.68 a	4.29 ab	2.08 a
5. Dong con 200 g	19.13 ab	15.79 a	4.31 ab	2.21 a
6. Dong con 300 g	20.22 a	17.15 a	4.61 ab	2.56 a
7. Infected soil	15.74 c	17.97 a	4.33 ab	2.29 a
8. Autoclaved soil	18.20 ab	17.62 a	5.42 a	3.02 a
$LSD_{0.01}$	2.454	2.737	1.229	0.950
$LSD_{0.05}$	1.852	2.066	0.928	0.717
CV.(%)	12.49	14.88	25.61	37.09

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 10 ซ้ำ

[2] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %



ภาพที่ 38 ลักษณะรากและต้นของผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดินก่อนปลูก หลังการทดสอบ 40 วัน

T1 = Dong oli 100 g, T2 = Dong oli 200 g, T3 = Dong oli 300 g

T4 = Dong con 100 g, T5 = Dong con 200 g, T6 = Dong con 300 g

T7 = Infected soil, T8 = Autoclaved soil

สำหรับการตรวจหาเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ในกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อทดสอบ ด้วยวิธี soil scattering method โดยใช้ตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมจำนวน 30 ตัว ต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็นเหยื่อล่อ หลังการทดสอบ 5 วัน ผลปรากฏว่าพบเชื้อราในทุกกรรมวิธี โดยการใช้เชื้อรา *A. oligospora* น้ำหนัก 300 กรัม มีปริมาณไม่แตกต่างจาก *A. conoides* ที่น้ำหนักใช้เท่ากัน ปริมาณของก้านชูเชื้อราที่พบมีค่า 5.33 ก้านชูสปอร์ ต่อดิน 3 กรัม ที่ความเชื่อมั่นทางสถิติ 95 % นอกจากนี้ยังพบพฤติกรรมการทำลายไส้เดือนฝอยของเชื้อรา ผลปรากฏว่าทุกกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราทดสอบมีค่าเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99 % ดังแสดงในตารางที่ 50 และภาพที่ 39

ตารางที่ 50 ปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ที่พบบนเม็ดดินและเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไส้เดือนฝอยในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังการทดสอบ 5 วัน

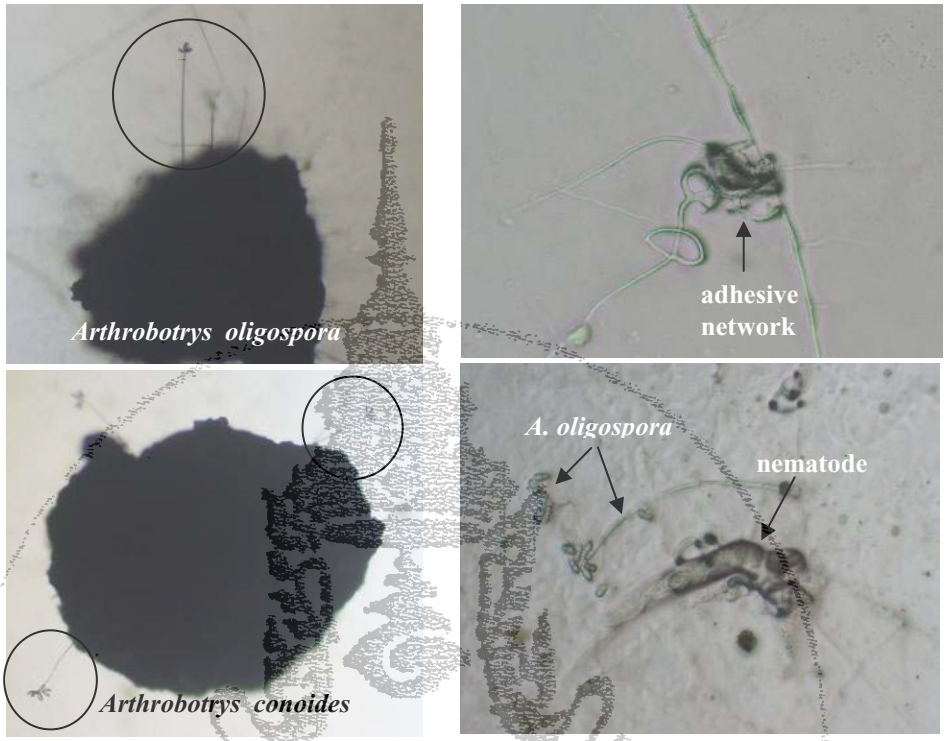
กรรมวิธี	ปริมาณเชื้อราบนเม็ดดิน (ก้านชูสปอร์)[1]	การเข้าทำลาย ไส้เดือนฝอย J2 (%)[1]
1. Dong oli 100 g	5.66 (1.19)[2] a[3]	5.33 ab[4]
2. Dong oli 200 g	5.33 (1.17) a	5.00 ab
3. Dong oli 300 g	5.33 (1.18) a	6.00 ab
4. Dong con 100 g	4.00 (1.14) ab	3.66 bc
5. Dong con 200 g	5.66 (1.19) a	4.66 ab
6. Dong con 300 g	5.33 (1.18) a	7.66 a
7. Infected soil	2.00 (1.07) b	0.33 c
$LSD_{0.01}$	0.125	3.861
$LSD_{0.05}$	0.090	2.782
CV.(%)	4.42	34.04

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 3 ซ้ำ โดยตรวจสอบในดินน้ำหนัก 3 กรัม

[2] ค่าเฉลี่ยในวงเล็บ เป็นค่าที่แปลงค่า โดยใช้ log ฐาน 10

[3] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 95 %

[4] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบโดยวิธี least significant difference ที่ความเชื่อมั่น 99 %



ภาพที่ 39 เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่เจริญบนเม็ดดินและไส้เดือนฝอยที่ถูกเชื้อราเข้าทำลาย

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจชนิดและจำนวนไส้เดือนฝอยที่แพร่กระจายบริเวณแปลงปลูกผัก ณ โครงการหลวงหนองหอย พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชจำนวน 5 สกุล ได้แก่ *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides* sp., *Helicotylenchus* sp., *Psilenchus* sp., *Tylenchus* sp. และไส้เดือนฝอยหากินอิสระจำนวน 6 สกุล ทั้งนี้ไม่พบสกุล *Meloidogyne* sp. แต่จากรายงานของสืบศักดิ์ (2541) กล่าวว่าประเทศไทยมีไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่พบในพืชตระกูลผัก ได้แก่สกุล *Aphelenchoides* spp., *Criconemella* spp., *Ditylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Hirschmanniella* spp., ,*Hoplolaimus* spp., *Longidorus* spp., *Meloidogyne* spp., *Paratylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Scutellonema* spp., *Trichodorus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. และ *Xiphinema* spp. เห็นได้ว่าสกุลของไส้เดือนฝอยที่พบจากการสำรวจและจากการรายงานเหมือนกันเพียงบางส่วน ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวกับพืชอาศัย โครงสร้างและองค์ประกอบของดิน รวมทั้งลักษณะภูมิอากาศ ซึ่งมีผลกับการเพิ่มจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยและสกุลไส้เดือนฝอยโดยตรง (Cadet *et al.*, 2005) Cadet และ Thioulouse (1998) รายงานว่า *Meloidogyne* sp. ไม่ชอบอาศัยในดินเหนียว จากการสำรวจดินในแปลงทดลองซึ่งเป็นดินเหนียวปนทรายละเอียด ไม่พบไส้เดือนฝอยสกุลดังกล่าวผลการทดลองจึงสอดคล้องกับรายงานข้างต้น

Chen *et al.* (2004) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงประชากรไส้เดือนฝอยในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝน และอุณหภูมิ ปัจจัยทั้งสองมีผลกับกิจกรรมของไส้เดือนฝอย แต่จากการทดลองพบว่าในฤดูหนาวจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืชมีจำนวนมากกว่าทุกฤดู ถ้าพิจารณาจากพืชอาศัย อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์พบว่า พืชอาศัยในฤดูหนาวคือเบบี้แครอท ฤดูฝนคือผักกาดหอมห่อ อุณหภูมิทั้งสองฤดูห่างกันประมาณ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ฤดูหนาวมีค่าใกล้เคียงกับฤดูฝน อาจเป็นไปได้ว่าไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่ตรวจพบโดยรวมชอบหัวเบบี้แครอทมากกว่ารากผักกาดหอมห่อ และสามารถทนต่อสภาพอากาศเย็นได้ดี จึงทำให้มีจำนวนประชากรมากกว่าฤดูฝน ซึ่งปกติสภาพอากาศบนโครงการหลวงหนองหอยมักมีอากาศค่อนข้างเย็น และชื้นในช่วงกลางคืน ถึงช่วงเช้า ไส้เดือนฝอยจึงต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพดังกล่าว ผลการทดลองข้างต้นสอดคล้องกับการรายงานของ Wick (2002) ที่กล่าวว่าวงจรชีวิตของไส้เดือนฝอยศัตรูพืชจะครบวงจรได้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย องค์ประกอบของดิน ความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมกับไส้เดือนฝอย ข้อสังเกตข้อหนึ่งจากการทดลองพบว่าเมื่อพิจารณาถึงสกุลไส้เดือนฝอยศัตรูพืช *Helicotylenchus* sp. จำนวนประชากรโดยเฉลี่ยช่วงก่อนการปลูก และหลังการปลูกจะมีมากกว่าสกุลอื่นในทุกฤดู อาจสรุปเบื้องต้นได้ว่าไส้เดือนฝอยสกุล *Helicotylenchus* sp. มีการปรับตัวให้อยู่รอดในสภาพไม่มีพืชอาศัยได้ดีกว่าไส้เดือนฝอยสกุลอื่น ดังรายงานของ McSorley (2003) ที่กล่าวว่าไส้เดือนฝอยเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการปรับตัวสูงมากต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันในดิน และสภาพแวดล้อม

ผลการทดลองอันหนึ่งที่ยืนยันว่าอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรไส้เดือนฝอย คือ การเพิ่มจำนวนของไส้เดือนฝอยหากินอิสระ *Rhabditis* sp. ในฤดูร้อนช่วงก่อนการปลูกพืช สภาพอากาศค่อนข้างร้อนและดินแห้ง สำรวจจำนวนไส้เดือนฝอย *Rhabditis* sp. ได้ 505 ตัว หลังปลูกบีทรูทไปได้ระยะหนึ่งมีฝนตกลงมาก่อนการตรวจสอบดินกึ่งกลางอายุพืช หลังจากตรวจสอบปรากฏว่า จำนวนไส้เดือนฝอย *Rhabditis* sp. เพิ่มขึ้นเป็น 2,805 ตัว การเปลี่ยนแปลงข้างต้นเกิดขึ้นกับไส้เดือนฝอยทุกสกุลที่ตรวจพบ แต่ให้ผลชัดเจนในสกุล *Rhabditis* sp. การที่ฝนตกลงมาก่อนถึงฤดูกาลที่แท้จริงมีผลทำให้จำนวนไส้เดือนฝอยรวมทั้งหมดมีมากกว่าที่ควรจะเป็น ผลการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ ที่สนับสนุนเหตุการณ์ข้างต้น คือ ช่วงระยะก่อนการปลูก 7 วัน ในฤดูหนาวจะตรวจพบจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. มากกว่าฤดูร้อน พืชที่ใช้ทดสอบคือคะน้าเห็ดหอมชนิดเดียว และปลูกในโรงเรือนตาข่าย มุงหลังคาพลาสติก เห็นได้ว่าปัจจัยของพืชอาศัย และปริมาณน้ำฝนไม่มีผลมากนัก เนื่องจากปลูกในโรงเรือนหลังคาพลาสติก และใช้พืชทดสอบชนิดเดียว ปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรง คืออุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ในฤดูหนาวบนโครงการหลวงแม่โถค่อนข้างหนาวจัด และมีความชื้นสูง แตกต่างอย่างชัดเจนกับฤดูร้อนที่อุณหภูมิสูง และอากาศแห้ง อิทธิพลทั้งสองจึงมีผลกับจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมโดยตรง จากผลการทดลองที่ได้ทำให้เราสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการกำหนด หรือคัดเลือกสกุลของไส้เดือนฝอยอันดับแรกคือ ชนิดของพืชอาศัย สำหรับอิทธิพลด้านอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการอยู่รอด และการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากร ทั้งนี้ปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน แล้วแต่การตอบสนองของไส้เดือนฝอยชนิดนั้น ๆ

จากการตรวจสอบความมีชีวิตของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 12 ไอโซเลท ที่เก็บรักษาใน mineral oil อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 17 เดือน พบว่ามีเชื้อราเพียง 8 ไอโซเลทที่ยังสามารถเจริญบนอาหาร PDA ได้ ผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าไอโซเลทเชื้อราที่ได้นี้มีความทนทานต่อการเก็บรักษาได้นาน สำหรับการศึกษาลักษณะสายพันธุ์รา *Arthrobotrys* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลท จากการเปรียบเทียบรูปร่างและขนาดสปอร์ ลักษณะของก้านชูสปอร์ผลปรากฏว่า ตรงตามการรายงานของภมรทิพย์ (2546) และมีขนาดสปอร์อยู่ในช่วงที่ Domsch *et al*. (1980) รายงานไว้

ผลการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยของอาหารเลี้ยงเชื้อราที่มีอิทธิพลต่อการเจริญทางเส้นใยพบว่าอาหารที่มีส่วนประกอบของมะพร้าวให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือมันสำปะหลังและข้าวโพดแบบที่เติมน้ำตาลทราย อาหารที่ส่งเสริมการสร้างสปอร์ คือ ถั่วเหลืองแบบเติมน้ำตาลทราย ข้าวกล้องแบบไม่เติมน้ำตาลทรายและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบเติมน้ำตาลทราย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Kumur and Singh (2006) ที่ใช้อาหาร CMA ในการเลี้ยงเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอย *Arthrobotrys dactyloides* เพื่อควบคุมโรครากปมของมะเขือเทศและให้ผลคล้ายกับการรายงานของจักรพงศ์ (2544) ที่กล่าวว่าอาหาร PDA และ CMA ทำให้เชื้อรา *A. dactyloides* เจริญได้ดีแต่เชื้อรามีลักษณะโคโลนีแบน

ราบติดผิวหน้าอาหารCMA ในขณะที่โคโลนีบนอาหาร PDA มีลักษณะฟู ซึ่งโดยปกติแล้วอาหาร PDA เป็นอาหารพื้นฐานที่ใช้เลี้ยงเชื้อราทั่วไป United States Biological Inc. (2007) รายงานผ่านทางเว็บไซต์ถึงคุณสมบัติของ CMA ว่าสามารถเพิ่มจำนวนสปอร์ของยีสต์ได้ ในขณะที่ยับยั้งการเจริญทางเส้นใย ศักดา (2544) รายงานถึงการขยายจำนวนรา *Arthrobotrys* sp. ผลการทดลองพบว่า เส้นใยเชื้อราเจริญตามแนวดิ่งบนเมล็ดข้าวฟ่างนึ่งได้เร็วมากในชิ้นวุ้นที่เลี้ยงเชื้อบนอาหารที่ทำจากข้าวโพด ถั่วเขียวและข้าวสาลี เมื่อเปรียบเทียบกับอาหาร PDA ซึ่งเชื้อราเจริญเร็วปานกลาง ผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอาหารมะพร้าวช่วยส่งเสริมให้เชื้อรามีการเจริญด้านเส้นใยดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารชนิดอื่นทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากองค์ประกอบที่เป็นฮอร์โมนของเนื้อมะพร้าวซึ่งส่วนมากจำเป็นต่อการพัฒนาเซลล์ต่าง ๆ และรายงานวิจัยบางเรื่องใช้มะพร้าวเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อหรือเพาะเลี้ยงเซลล์พืช ตัวอย่างเช่น Boonmee and Te-chato (2007) ใช้น้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำหว้าพบว่า ช่วยเพิ่มความสูงและการแตกยอด สำหรับอาหารถั่วเหลืองซึ่งเหมาะสมในการชักนำให้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. สร้างสปอร์ในปริมาณที่สูงนั้น สาเหตุมาจากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโน กรดไขมันที่เป็นประโยชน์สูง ประกอบกับเซลล์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ดังนั้นการที่อาหารถั่วเหลืองช่วยทำให้เชื้อราสร้างสปอร์ในปริมาณมากจึงอาจเกิดจากเหตุผลดังกล่าวได้ (อรอนงค์, 2550) เมื่อพิจารณาผลการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอาหารในการส่งเสริมการเจริญทางด้านเส้นใยและสร้างสปอร์ รวมถึงต้นทุนการผลิตและแหล่งของวัตถุดิบ พบว่าในการทดลองอาหารมันสำปะหลังและมะพร้าวที่เติมน้ำตาลทรายช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อราดี แต่ความหนาแน่นของเส้นใยมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับเส้นใยที่เจริญบนอาหารข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สำหรับการสร้างสปอร์บนอาหารถั่วเหลืองเติมน้ำตาลทรายและข้าวกล้องไม่เติมน้ำตาลทรายถึงแม้ว่าวัตถุดิบทั้งสองชนิดจะให้ผลดี แต่ราคาต้นทุนในการซื้อสูงกว่าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ส่งเสริมให้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. มีการสร้างสปอร์ในอันดับรองลงมา รวมทั้งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ยังหาซื้อได้ง่ายในร้านขายเมล็ดพันธุ์หรือร้านขายอาหารสัตว์ทั่วไปและราคาต่อกิโลกรัมไม่แพงมากนัก อยู่ในช่วง 6-10 บาท จากเหตุผลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น่าจะเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อเพิ่มจำนวนเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. มากกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น จึงเลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาทำการทดสอบ

สำหรับสภาพการเลี้ยงที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. พบว่าราทุกไอโซเลทเจริญและสร้างสปอร์ได้ดีที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ตรงกับการรายงานของ Duponnois (1995) และ Gómez *et al.* (2003a) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของรา *A. oligospora* คือ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเชื้อรา ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า อยู่ในช่วง 7 ถึง 11 โดยระดับ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย คือ ระดับ 9 และสร้างสปอร์ดีที่ ระดับ 7 และ 9 ตรงกับการรายงานของ Atkins (2007) ที่กล่าวว่าสภาพการเลี้ยงเชื้อที่เป็นด่างสูงเชื้อราชนิดนี้สามารถเจริญได้ดีแต่จะลดการสร้างห่วงลง ในทางตรงข้าม

Duponnois (1995) กล่าวว่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราชนิดนี้คือ 5.6 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Domsch *et al*. (1980) ที่กล่าวว่า เชื้อรา *A. oligospora* พบได้ทั่วไปในดินที่มี pH 5.5 อย่างไรก็ตามเหตุผลที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวอาจเป็นเพราะเชื้อราแต่ละไอโซเลทอยู่ในสภาพการดำรงชีวิตที่แตกต่างกัน ดังการรายงานของ Wang and McSorley (2005) ที่กล่าวว่าจุลินทรีย์ดินไม่ว่าจะเป็นเชื้อรา แบคทีเรียหรือไส้เดือนฝอยทุกชนิดมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมและจุลินทรีย์ชนิดอื่นในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ตัวอย่างที่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนคือ การมีส่วนเกี่ยวข้องกับวัฏจักรของธาตุอาหารในเรื่องการย่อยสลายวัตถุสารเป็นผลให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุและเป็นที่ทราบกันว่าธาตุอาหารมีผลต่อความเป็นกรดด่างในดิน ดังนั้นจึงใช้เป็นเหตุผลได้ว่าทำไมเชื้อราหลายชนิดจึงมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพนิเวศการอยู่อาศัยแตกต่างกัน Lysek and Nordbring-Hertz (2004) รายงานถึงผลการทดลองที่เกี่ยวกับการได้รับแสงว่า ความยาวนานในการได้รับแสงของเชื้อรามีผลต่อการสร้างห่วงและสภาพที่เหมาะสมคือแสง 10 ชั่วโมง สลับกับมืด 14 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับงานทดลองครั้งนี้ที่เชื้อราสามารถเจริญและสร้างสปอร์ได้ดีในสภาพแสง 12 ชั่วโมงสลับกับมืด 12 ชั่วโมง

การทดสอบปฏิกิริยาร่วมกับเชื้อราปฏิปักษ์ชนิดอื่น สรุปได้ว่าเชื้อราที่มีผลกระทบมากกับ *Arthrobotrys* spp.คือ *Trichoderma harzianum* ดังนั้นเมื่อนำเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. เข้าไปใช้ในแปลงปลูกพืชที่เคยใช้ *T. harzianum* จึงอาจต้องมีการเพิ่มปริมาณหรืออัตราการใช้ให้มากขึ้น จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เชื้อรา *T. harzianum* ทำให้สปอร์ของ *Arthrobotrys* spp. ลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม Elad and Henis (1982) รายงานว่าเชื้อรา *T. harzianum* สามารถผลิตสารปฏิชีวนะและเอนไซม์เพื่อใช้ย่อยสลายตัวเชื่อมเซลล์ (intracellular lytic enzymes) ในการเข้าทำลายจุลินทรีย์ชนิดอื่น ตัวอย่างสารเคมีเช่น viridin (Subramanian, 1983) จึงเป็นไปได้ว่าสปอร์ *Arthrobotrys* spp. ถูกสารที่ปล่อยออกมาจาก *T. harzianum* ย่อยสลายเซลล์ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่ารา *T. harzianum* บางสายพันธุ์สามารถลดการเกิดปม จำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปม *M. javanica* และยังเพิ่มน้ำหนักต้นสดและความสูงของต้นถั่วเขียวได้ (Siddiqui *et al*., 2001) สำหรับปฏิกิริยาร่วมระหว่างเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. กับ *Paecilomyces lilacinus* พบว่าเชื้อราทั้งสองมีการแข่งขันซึ่งกันและกัน แต่ไม่มีผลกระทบมากนัก เห็นได้จากประสิทธิภาพของรา *P. lilacinus* ในการยับยั้ง *Arthrobotrys* spp. อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงน่าจะใช้เชื้อราทั้งสองร่วมกันได้ในการลดจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปม

ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ต่อการทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม บนอาหารทดสอบพบว่ามี 4 ไอโซเลทเท่านั้นที่มีเปอร์เซ็นต์การทำลายมากกว่า 25 % คือ *A. oligospora* ไอโซเลท ห้วยน้ำริน (HNR oli) และดงฤาษี (Dong oli) และ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong con) และปางดะ (PD) ซึ่ง *A. conoides* ไอโซเลทที่แยกได้จากดงฤาษี สามารถทำลายตัวอ่อนไส้เดือนฝอยได้มากที่สุด จากการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบการสร้างห่วงรัดตัวไส้เดือนฝอยหลังจากที่ใส่ตัวอ่อนระยะที่ 2 ลงไปในจานทดสอบ 48 ชั่วโมง ซึ่งตรงกับการรายงานของ Kanitkar and

Kanitkar (2003) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าหลังจากที่ไส้เดือนฝอยถูกเส้นใยพันรัดแล้ว 24 ชั่วโมง ต่อมาไส้เดือนฝอยที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายจะเหลือเพียงโครงสร้างบางส่วนเท่านั้น รวมทั้งยังพบการเจริญของเชื้อราบริเวณตัวไส้เดือนฝอยด้วยเช่นกัน เหมือนกับการรายงานของ Subramanian (1983) การย่อยสลายดังกล่าวน่าจะเกี่ยวข้องกับเอนไซม์หรือสารเคมีบางชนิดที่เชื้อราสร้างขึ้น Heidrun *et al*. (1995) รายงานว่า กรด linoleic เป็นสารประกอบพื้นฐาน (primary nematotoxic compound) ที่เป็นพิษกับไส้เดือนฝอยพบในเส้นใยเชื้อรา *A. conoides* และ *A. oligospora* ส่วนที่ทำหน้าที่ในการดักจับเหยื่อ

การทดลองประสิทธิภาพของเชื้อราในการควบคุมประชากรไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุมอื่น ๆ โดยมีการหมักเชื้อราในดินก่อนการปลูกพืชทดสอบ พบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดสอบสามารถลดจำนวนปมได้ เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมและเชื้อรา *A. oligospora* และ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี น้ำหนัก 200 กรัม ให้ผลในการลดจำนวนปมรองจากการใช้สารเคมีคาร์โบฟูรานรองก้นหลุมก่อนปลูก ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลดีที่สุด จากผลการทดลองสรุปได้ว่าถ้าใช้เชื้อราปริมาณมากขึ้นจะสามารถลดจำนวนปมได้เพิ่มขึ้น ในผลการทดลองยังพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคมีดาโซเม็ท อบดินก่อนปลูกให้ผลไม่ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าในระหว่างการอบดินสารออกฤทธิ์ไม่สามารถซึมผ่านเข้าไปภายในดินได้สะดวก สังเกตได้จากเนื้อดินที่ใช้ทดสอบค่อนข้างละเอียดและเหนียว นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าเปรียบเทียบเฉพาะประสิทธิภาพในการลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมเชื้อรา *A. oligospora* ให้ผลไม่ดีนักเมื่อเทียบกับรา *A. conoides* ข้อสังเกตอีกอย่างที่สนับสนุนการสรุปข้างต้นคือผลการตรวจสอบจำนวนไส้เดือนฝอยที่อยู่ในดินหลังจากการทดสอบพบว่าส่วนใหญ่สารแขวนลอยไส้เดือนฝอย (ทั้งไส้เดือนฝอยหากินอิสระและศัตรูพืช) ที่ได้จากดินที่ใช้เชื้อรา *A. oligospora* มักมีจำนวนมากกว่าดินจากกรรมวิธีอื่น ในทางกลับกันถ้าพิจารณาถึงน้ำหนักต้นสดและเปรียบเทียบเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้รา *A. oligospora* และ *A. conoides* ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า *A. oligospora* ทำให้ต้นผักกาดหอมห่อมีน้ำหนักมากกว่า *A. conoides* ในอัตราใช้ที่เท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงผักกาดหอมห่อที่ใส่ *A. oligospora* ลงไปในดินทดสอบน่าจะมีน้ำหนักน้อยกว่า ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการรายงานของ Duponnois *et al*. (1996) ที่รายงานถึงเชื้อรา *A. oligospora* ว่าช่วยลดประชากรของไส้เดือนฝอย *Meloidogyne nlqutagueilsis* ในแปลงปลูกและยังทำให้กล้ามะเขือเทศเพิ่มการเจริญเติบโตด้วย ทั้งนี้การส่งเสริมการเจริญของพืชอาจมีสาเหตุเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของสารเคมีบางอย่าง Bordallo *et al*. (2002) กล่าวว่ารา *A. oligospora* สามารถอาศัยอยู่บนรากพืชได้ รวมทั้งมีการสร้างสารเคมีปล่อยออกมาภายนอกและมีการตอบสนองต่อสารเคมีที่พืชสร้างขึ้นได้เป็นอย่างดี อาจเป็นไปได้ว่าสารเคมีเชื้อราที่ปล่อยออกมามีผลกับกิจกรรมของต้นพืชหรือเป็นประโยชน์กับจุลินทรีย์ในดินบริเวณนั้นจึงสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืชได้ แต่สำหรับเชื้อราปฏิปักษ์ *A. conoides* Stirling *et al*. (2005) รายงานว่าการใช้เชื้อราดังกล่าวร่วมกับอินทรียวัตถุที่ได้จากการหมัก

ซากอ้อยทั้งที่เติมและไม่เติมวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติให้แก๊สแอมโมเนียไม่มีผลกระทบกับกิจกรรมของต้นพืชหรือเชื้อรา หรือปริมาณของ *A. conoides* แต่อย่างใด

สำหรับกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราปฏิปักษ์ *P. lilacinus* เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ซึ่งปกติราชนิดนี้เข้าทำลายเฉพาะระยะไข่ (สืบศักดิ์, 2539) การทดลองครั้งนี้พบว่า *P.lilacinus* สามารถลดจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยที่อยู่ในดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชได้ แต่ไม่ลดจำนวนปมในรากพืช ทั้งนี้เป็นเพราะดินที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินที่อยู่ในแปลงปลูกพืชที่ทิ้งว่างมานาน ดังนั้นภายในดินจึงมีแต่ตัวอ่อนระยะที่ 2 เท่านั้น ประกอบกับเชื้อราชนิดนี้จะทำลายเฉพาะระยะไข่จึงทำให้จำนวนปมบนรากมีมาก ซึ่งเกิดจากตัวอ่อนเข้าทำลายตั้งแต่ช่วงย้ายปลูก แต่ในช่วงท้ายฤดูตัวเต็มวัยเพศเมียต้องวางไข่ออกมาภายนอกราก เชื้อรา *P. lilacinus* สามารถเข้าทำลายไข่ได้ จำนวนตัวอ่อนที่อยู่ในดินหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงมีปริมาณน้อย

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่ดีต้องประกอบด้วยมูลวัวในอัตราส่วนที่สูงกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น ตรงกับการรายงานของ Kumur and Singh (2006) ที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *A. dactyloides* ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่ทำความเสียหายให้กับมะเขือเทศ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยมูลวัวสามารถเพิ่มจำนวนของเชื้อราในดินได้ในระยะยาวและการใช้ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับเชื้อราดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อราในการลดจำนวนปม ตัวเต็มวัย ไข่ และจำนวนตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 ได้ นอกจากนี้ในระหว่างการทดลองยังพบว่า ก่อนการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักในวันที่ 5 เพื่อไปตรวจหาความเข้มข้นของสปอร์เชื้อราครั้งแรกหลังจากหมักเชื้อรา *A. oligospora* ร่วมกับปุ๋ยหมักผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าบริเวณกองปุ๋ยหมักโดยเฉพาะส่วนผสมที่เป็นมูลวัวและเปลือกข้าวมีการเจริญของเชื้อรา *A. oligospora* มากกว่าบริเวณอื่น แต่หลังจากคลุกเคล้าปุ๋ยหมักและทิ้งระยะเวลาการหมักออกไปอีก 2 วัน เพื่อที่จะทำการตรวจสอบเป็นครั้งที่ 2 พบว่าบริเวณมูลวัวและเปลือกข้าวไม่ค่อยมีการเจริญของเชื้อราเหมือนครั้งแรก ดังนั้นถ้าเปลี่ยนจากการคลุกเคล้ากองปุ๋ยหมักทุก 2 วัน ตามวิธีการทดลองครั้งนี้ เป็นไม่คลุกเลยและหมักปุ๋ยนาน 15 วัน น่าจะเพิ่มปริมาณสปอร์ของเชื้อราได้มากยิ่งขึ้น

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp.ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้าทำลายผักกาดหอมห่อ สภาพโรงเรือนทดลอง หลังจากที่หมักร่วมกับส่วนผสมปุ๋ยหมักที่คัดเลือกแล้ว แต่ไม่มีการหมักเชื้อราในดินก่อนการปลูกพืชทดสอบพบว่า เชื้อราสามารถลดจำนวนปมและตัวอ่อนไส้เดือนฝอยได้ในทุกกรรมวิธี เมื่อเทียบกับชุดควบคุม นอกจากนี้ในกรรมวิธีที่ใช้เชื้อราปริมาณสูงยังสามารถเพิ่มน้ำหนักต้นผักกาดหอมห่อได้อีกเช่นกัน ทั้งนี้ถ้าสามารถนำปุ๋ยหมักผสมเชื้อราใส่ลงไปในแปลงช่วงการเตรียมดินก่อนปลูก 3-5 วัน น่าจะเพิ่มประสิทธิภาพในการลดจำนวนปมที่จะเกิดขึ้นกับต้นพืชได้ดียิ่งขึ้น ผลการทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าเรา *A. oligospora* มีคุณสมบัติในการเพิ่มการเจริญของต้นผักกาดหอมห่อ แต่ความสามารถในการทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยมีน้อย

กว่า *A. conoides* และยังกล่าวได้อีกว่าเชื้อรา *A. oligospora* และ *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong oli และ Dong con) สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในแปลงปลูกพืชที่มีการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมได้ ในการวิจัยครั้งนี้ผลการทดลองด้านความสูงของต้น ความยาวราก น้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งของต้นผักกาดหอมห่อ มีค่าไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะกรรมวิธีที่ใช้ดินที่มีตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปมอย่างเดียวซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าหลังปลูก ต้นพืชจะต้องถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลายพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ใช้ดินอบฆ่าเชื้อ (ต้นปกติ) จะทำให้ผลทดลองครั้งนี้แตกต่างกับการทดลองของยุทธศักดิ์ (2542) ซึ่งรายงานถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นผักกาดหอมห่อที่ถูกไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลายในระยะต้นกล้าว่ามีความสูงลดลง น้ำหนักต้นสดลดลง น้ำหนักต้นแห้งลดลง น้ำหนักรากสดเพิ่มขึ้นและน้ำหนักรากแห้งเพิ่มขึ้น เหตุการณ์ข้างต้นน่าจะเกี่ยวข้องกับจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปมที่ใช้ในการทดลองคือยิ่งมีปริมาณมากเท่าไหร่ความเสียหายก็จะมีเพิ่มขึ้นเท่านั้น จึงเป็นข้อสังเกตได้อีกอย่างหนึ่งว่าในการใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมสมควรที่จะมีการตรวจหาจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยเริ่มต้นที่มีอยู่ในดินก่อน ถ้ามีจำนวนมากก็น่าที่จะเพิ่มปริมาณการใช้เชื้อรามากขึ้นด้วย ซึ่งในการทดลองนี้ปุ๋ยหมักผสมเชื้อรา *A. conoides* ไอโซเลท ดงฤาษี (Dong con) น้ำหนัก 300 กรัม ต่อดิน 600 กรัม ในกระถางปลูกสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่มีอยู่ในดินเริ่มต้น 81 ตัว ได้เป็นที่น่าพอใจ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจาก อ.ดร.อังสนา อัครพิศาล ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นในการตรวจทานแก้ไขงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นุชนาฏ จงเลขา ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขงานวิจัยเล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด กลุ่มงานไส้เดือนฝอย กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้จนงานเสร็จสิ้นและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ภมรทิพย์ อักษรทอง ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในการทำวิจัย ตลอดจนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำงาน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณกาญจนา วิชิตตระกูลถาวร เจ้าหน้าที่ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้คำแนะนำปรึกษาในการทำวิจัย

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย สถานที่วิจัย โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่โถ หนองหอยและแม่แฮ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ศูนย์อารักขาพืช

ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานและสถานที่ทำการวิจัย ขอบคุณ คุณยุทธนา สุภาษี ที่ช่วยเหลือการทำงานทุกขั้นตอน ตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ที่มิได้กล่าวถึงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

บรรณานุกรม

กัทลีวัลย์ สุขช่วยและจันจิรา อายะวงศ์. 2542. ปฏิกริยาและกลไกการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ สกว. ลำปาง หมายเลข 2 (Th-LARTC#2) ต่อเชื้อราบางชนิดที่เป็นสาเหตุโรคพริก (*Capsicum anuum* L.). หน้า 306-310. ใน: การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 4 "เทคโนโลยีการอารักขาพืชในทศวรรษหน้า". 27-29 ตุลาคม 2542. โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้. จอมเทียน, พัทยา, ชลบุรี.

เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 326 หน้า.

จักรพงศ์ เนรังษี. 2544. การแยกและจำแนกเชื้อราตัวห้ำของไส้เดือนฝอย *Arthrobotrys* spp.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 37 หน้า.

นุชนารถ จงเลขา อรพิน ฉัตรสีรุ้งและวินัย คงรัมย์. 2538. การควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในผักกาดหอมห่อโดยการใช้พืชสมุนไพรและการจัดการอื่นที่ไม่ใช้สารเคมี. รายงานฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยมูลนิธิโครงการหลวง งบประมาณปี 2538. 10 หน้า.

นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2546. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. กลุ่มงานไส้เดือนฝอย สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรมวิชาการเกษตร. (ไม่ระบุโรงพิมพ์). 39 หน้า.

นฤมล จันทร์ต๊ะวงค์. 2547. ระดับความเข้มข้นของสารกำจัดวัชพืชไกลโฟเสทที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราปฏิปักษ์ไส้เดือนฝอยสกุล *Arthrobotrys* spp. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 48 หน้า.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์, (ผู้รวบรวม). 2542. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. (ไม่ระบุสำนักพิมพ์). 290 หน้า.

ฝ่ายพัฒนามูลนิธิโครงการหลวง. 2547. รายงานประจำปี 2546. บริษัททรีโอเอดเวอร์ไทซิ่งแอนด์ มีเดีย จำกัด. 402 หน้า.

ภมรทิพย์ อักษรทอง. 2544. การควบคุมโรครากปม (Root galls) ที่เกิดจากไส้เดือนฝอย *M. javanica* ในรากเบญจมาศโดยไม่ใช้สารเคมี. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3060 3226 งบประมาณปี 2544. 7 หน้า.

ภมรทิพย์ อักษรทอง. 2546. การรวบรวมสายพันธ์ (isolate) เชื้อราปฏิปักษ์สกุล *Arthrobotrys* sp. จากศูนย์พัฒนาโครงการหลวง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3060 3358 งบประมาณปี 2546. 15 หน้า.

มาลัยพร เชื้อบัณฑิต วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน พิศาล ศิริธรและนิวัฒ เสนาะเมือง. 2550. "ความหลากชนิดของเชื้อราปฏิปักษ์ Trichoderma spp. จากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์และศักยภาพในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรค Fusarium wilt". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://griqua.doae.go.th/Plant%20%20Protection%20%20Conference/disease-research/P-33.pdf (15 มีนาคม 2550).

มูลนิธิโครงการหลวง สำนักพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. ระบบการจัดการคุณภาพ (GAP) พืชตระกูลผักกาดหอม. เอกสารสำหรับเกษตรกร. (ไม่ระบุสำนักพิมพ์). 12 หน้า.

เมฆ จันทน์ประยูร. 2544. ผักสวนครัว. สำนักพิมพ์ไททรรศน์, นนทบุรี. 144 หน้า.

ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี. 2542. ความเสียหายที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ของผัก 5 ชนิด. หน้า 54. ใน: นิสิตเก่าสาขาไส้เดือนฝอย ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (ผู้รวบรวม), ไส้เดือนฝอยกับการเกษตร ผลงานศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 105 หน้า.

วันพร เข็มมุกต์. 2547. การควบคุมโรคใบจุดดำลำไยโดยใช้เชื้อราเอนโดไฟต์ในลำไย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 74 หน้า.

สุภกิจ สุขใจมิตร สืบศักดิ์ สนธิรัตนและสมชาย สุขะกุล. 2532. การใช้ราในดิน *Paecilomyces lilacinus* (thom.) Samson ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (*M. incognita* Chitwood, 1949) ศัตรูผักกาดหอม. *วารสารโรคพืช* 8: 84-90.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2538. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในประเทศไทย. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 275 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการเข้าทำลายไข่ไส้เดือนฝอยรากปมและกิจกรรมเอนไซม์ของเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus*. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์* 30(2): 175-184.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2541. ไส้เดือนฝอย: โรคและการจัดการ. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 204 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2544. ความเป็นไปได้ในการใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3060 0109 งบประมาณปี 2544. 14 หน้า.

ศูนย์อารักขาพืช. (ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์). ไตรโคเดอร์มาเชื้อราควบคุมโรคพืช. (แผ่นพับ). มูลนิธิโครงการหลวง. (ไม่ระบุสำนักพิมพ์).

ศักดา สุภาธาดา. 2544. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของ *Arthrobotrys* sp. บนอาหารชนิดต่างๆ และบนเมล็ดข้าวฟ่างนึ่ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 20 หน้า.

อรอนงค์ กังสดาลอำไพ. *2550. "อาหารเสริมสุขภาพ : ถั่วเหลือง". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.pharm.chula.ac.th/ (28 กุมภาพันธ์ 2550).*

Ahman, J., Johansson, T., Olsson, M., Punt, P. J., van den Hondel, C. A. and Tunlid, A. 2002. Improving the pathogenicity of a nematode-trapping fungus by genetic engineering of a subtilisin with nematotoxic activity. *Appl. Environ. Microbiol.* 68(7): 3408–3415.

Akhtar, M. and Malik, A. 2000. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. *Bioresource Technology* 74(1): 35-37.

Alves, F. R. and Campos, V. P. 2003. Effect of soil warming on the biological control of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* Race 3. *Ci□nc. agrotec.* 27(1): 91-97.

Ashour, E. H. and Mostafa, F. A. M. 1999. Effect of pollution with certain heavy metals on the growth of the nematophagous fungus, *Arthrobotrys oligospora*, trap formation, root-knot nematode infection and enzymes production. *Pakistan J. Biol. Sci.* 2(2): 515-522.

Atkins, S. 2007. "The effects of different pH levels on the loop formation of A. conoides". [Online]. Available http://www. plymouthschools.com/science/scrifair9/abstracts/biology.htm (18 January 2007).

Balan, J. and Nancy, G. N. 1972. Attraction and killing of the nematode *Panagrellus redivirus* by the predacious fungus *Arthrobotrys dactyloides*. *Nematologica* 18: 163-173.

Bird, G. W. 2006. "Appendix B: Nematodes and Michigan Vegetable Production". [Online]. Available http://web4.msue.msu.edu/veginfo/E312/pdf/appendix_b.pdf (24 July 2006).

Boag, B., Robertson, W. M. and Ainsworth, L. F. 1988. Observation on the specificity of the nenatophagous fungus *Arthrobotrys dasguptae* (Shome & Shore) to plant parasitic nematode. *Nematologica* 34: 238-245.

Boonmee, O. and Te-chato, S. 2007. "Somaclonal variation in tissue culture of Musa (ABB group) Kluai Nam Wa''. [Online]. Available http:// www.grad.psu.ac.th/grad_research/apply_file/ab3940200407259.pdf (28 February 2007).

Bordallo, J. J., Lopez-Llorca, L. V., Jansson, H. B., Salinas, J., Persmark, L. and Asensio, L. 2002. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. *New Phytologist* 154: 491–499.

Cadet, P. and Thioulouse, J. 1998. Identification of soil factors that relate to plant parasitic nematode communities on tomato and yam in French West Indies. *Applied soil Ecology* 8: 35-49.

Cadet, P., Masse, D. and Thioulouse, J. 2005. Relationships between plant – parasitic nematode community, fallow duration and soil factors in the Sudano-Sahelian area of Senegal. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 302-317.

Chen, Z. X., Chen, S. Y. and Dickson, D. W. (eds.). 2004. Nematology – Advances and Perspectives V(1): Nematode Morphology, Physiology and Ecology. Biddles Ltd., King's Lynn, United Kingdom. 636 pp.

Cobb, N. A. 1918. Filter-bed nemas: nematodes of the slow sand filter-beds of American cities.- Contr. *Sci. Nematol.*, Baltimore **7:**189-212.

Domsch, K. H., Game, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of Soil Fungi 1. Academic Press (London) Ltd., London. 859 p.

Duponnois, R. 1995. Biological characteristics and effects of two strains of *Arthrobotrys oligospora* from Senegal on Meloidogyne Species parasitizing tomato plants. *Biocontrol Science and Technology* 5(4): 517 – 526.

Duponnois, R., Mateille, T., Sene, V., Sawadogo, A. and Fargeite, M. 1996. Effect of Different West African Species On *Meloidogyne* Species and strains of *Arthrobotrys* Nematophagous Fungi. *Entomophaga* 41. 475-483.

Duponnois, R., Chotte, J., Sall, S. and Cadet, P. 2001. The effects of organic amendments on the interactions between a nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora* and the root-knot nematode *Meloidogyne mayaguensis* parasitizing tomato plants. *Biology and Fertility of Soils* 34(1): 1-6.

Elad, Y. and Henis, Y. 1982. Degradation of plant pathogenic fungi by *Trichoderma harzianum*. *Can. J. Microbiol*. 28: 719-725.

Ghahfarokhi, M. S., Abyaneh, M. R., Bahadori, S. R., Eslami, A., Zare, R. and Ebrahimi, M. 2004. Screening of soil and sheep faecal samples for predacious fungi: Isolation and characterization of the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Iran Biomed. J.* 8(3): 135-142.

Gomez, L., Baró, G., Sánchez, L. and Rodríguez, M. G. 2003a. Identification and characterization of Cuban isolates of nematode-trapping fungi. *Rev. Proteccion Veg.* 18(1): 53-57.

Gomez, L., Sánchez, L., Baró, G., Rodríguez and Hidalgo, L. 2003b. Virulence of A*rthrobotrys oligospora* Cuban isolates against *Meloidogyne incognita*. *Rev. Proteccion Veg*. 18(2): 141-143.

Harman, G. E. 2007. "Trichoderma for Biocontrol of Plant Pathogens: From Basic Research to Commercialized Products". [Online]. Available http://www.nysaes.cornell.edu/ent/bcconf/talks/harman.html (15 March 2007).

Heidrun, A., Stadler, M., Mayer, A. and Sterner, O. 1995. Secondary metabolites with nematicidal and antimicrobial activity from nematophagous fungi and Ascomycetes. *Can. J. Bot*. 73: 932–39.

Jaffee, B. A. 2004. Do organic amendments enhance the nematode-trapping fungi *Dactylellina haptotyla* and *Arthrobotrys oligospora*. *Journal of Nematology* 36(3): 267–275.

Jansson, H. B. and Nordbring-Hertz, B. 1980. Interaction between nematophagous fungi and plant parasitic nematode: attraction induction of trap formation and capture. *Nematologica* 26: 383-389.

Kanitkar, S. I. and Kanitkar, R. U. 2003. "A nematode hungry fungus". [Online]. Available http://www.biological- research.com/Fungi/fungi.html (2 January 2007).

Khan, H. U., Ahmad, R., Ahmed, W., Khan, S. M. and Khan, M. A. 2001. Evaluation of the combined effects of *Paecilomyces lilacinus* and *Trichoderma harzianum* against root-knot disease of tomato. *J. Biol. Sci.* 1(3): 139-142.

Kinloch, R. A. 1990. Screening for resistance to root-knot nematode, pp. 16-23. *In* Starr, J. L. (ed.). Methods for evaluating plant species for resistance to plant parasitic nematode. The Societ of Nematologists. Hyattsville, Meryland.

Krishi-Mitra. 2005. "Kumar Krishimitra Bioproducts (I) Pvt. Ltd.". [Online]. Available http:// www.krishimitra.net/nemastin.htm (24 November 2005).

Kumur, D. and Singh, K. P. 2006. Assessment of predacity and efficacy of *Arthrobotrys dactyloides* for biological control of root knot disease of tomato. *J. Phytopathology* 154(1): 1-5.

Lysek, G. G. and Nordbring-Hertz, B. 2004. "An endogenous rhythm of trap formation in the nematophagous fungus Arthrobotrys oligospora". [Online]. Available http://www SpringerLink - Journal Article.3.htm (26 January 2007).

Mai, W. F. and Lyon, H. H. 1982. Pictroial key to genera of plant – parasitic nematodes. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University. 219 pp.

McSorley, R. 2003. Adaptations of nematodes to environmental extremes. *Florida Entomologist* 86(2): 138-142.

Moore-Lamdee, K., and Elizabeth. 1996. Fundamental of the fungi. Prentic Hall. 574 p.

Morgan, M., Behnke, J. M., Lucas, J. A. and Peberdy, J. F. 1997. *In vitro* assessment of the influence of nutrition, temperature and larval density on trapping of the infective larvae of *Heligmosomoides polygyrus* by *Arthrobotrys oligospora*, *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium megalosporum* . *Parasitology* 115: 303-310.

North Carolina State University. 2002. "Nematodes: An Introduction". [Online]. Available http://www.cals.ncsu.edu:8050/pgg/dan_webpage/index.htm (6 September 2006).

Nordbring-Hertz, B. and Odham, G. 2005. "Determination of volatile nematode exudates and their effects on a nematode-trapping fungus". [Online]. Available http:// www.els.net (24 January 2007).

Nordbring-Hertz, B., Jansson, H. B. and Tunlid, A. 2006. "Nematophagous fungi: Encyclopedia of Life Sciences". [Online]. Available http:/ /www.els.net (24 January 2007).

Renato, C. Z. and Jaime, D. S. M. 2003. Pathogenicity of *Arthrobotrys oligospora* to *Tylenchulus semipenetrans in vitro*. *Summa phytopatol□gica* 29(1): 43-44.

Rosen, S., Kata, M. and Persson, Y. 1996. Molecular characterization of a saline-soluble lectin from a parasitic fungus: Extensive sequence similarity between fungal lectins. *European Journal of Biochemistry* 238: 822–829.

Santiago, D. C., João, M. H., Silva, F. V., Ribeiro, E. R., Gomes, B. C. and Santoro, P. H. 2006. Selection of isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson to control *Meloidogyne paranaensis* in tomato. *Ci□ncia Rural* 36(4): 1055-1064.

Siddiqui, I. A., Amer-Zareen, Syed S. S. and Zaki, M. J. 2001. Use of *Trichoderma* species in the control of *Meloidogyne javanica* root-knot nematode in okra and mungbean. *Pakistan J. Biol. Sci.* 4(7): 846-848.

Stirling, G. R., Wilson, E. J., Stirling, A. M., Pankhurst, C. E., Moody, P. W., Bell, M. J. and Halpin, N. 2005. Amendment of sugarcane trash induce suppressive to plant-parasitic nematode in sugarcane soil. *Australasian Plant Pathology* 34: 203-211.

Subramanian, C.V. 1983. Prefatory observations on host parasitic relationships on plant diseases. *Indian Phytopath. Soc. Bull.* 2: 5-17.

Tunlid, A. and Jansson, S. 1991. Proteases and their involvement in the infection and immobilization of nematodes by the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Appl. Environ. Microbiol* 57(10): 2868-2872.

Tunlid, A., Jansson, H. B. and Nordbring-Hertz, B. 1992. Fungal attachment to nematode. *Mycol. Res.* 96: 401-412.

United States Biological Inc. 2007. "Corn Meal Agar (Powder)". [Online]. Available http://www.usbio.net/Home.aspx (28 February 2007).

UNL Nematology Lab. 2005. "Interactive Diagnostic Key to Plant Parasitic, Freeliving and Predaceous Nematode". [Online]. Available: http://www.ianr.unl.edu/ianr/plntpath/nematode/key/nemakey_pt2.htm (7 August 2005).

Wang, K. H. and McSorley, R. 2005. "Effects of soil ecosystem management on nematode pests, nutrient cycling, and plant health". [Online]. Avaiable http:// www.APSnet Feature (28 February 2007).

Waller, P. J. and Faedo, M. 1996. The prospects for biological control Free-living stage of nematode parasites of livestock. *International Journal for parasitology* 26: 915-925.

Webster, J. 1980. Introduction to Fungi 2 nd, (ed.), Cambridge University press, Cambridge, London. 669 p.

Wick, R. L. 2002. Nematode injury to golf greens. *Department of Microbiology University of Massachusetts*. 4 pp.

Woodward, J. E., Walker, N. R., Dillwith, J. W., Zhang, H. and Martin, D. L. 2005. The influence of fungicides on *Arthrobotrys oligospora* in simulated putting green soil. *Ann. Appl. Biol.* 146:115–121.

ภาคผนวก

โครงการหลวง

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2548

เดือน	ปริมาณน้ำฝนรวม (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำฝนสูงสุดต่อวัน (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
มกราคม	0.0	0.0	0.0	29.0	8.0	18.4	85.9
กุมภาพันธ์	0.0	0.0	0.0	31.0	12.0	22.3	68.9
มีนาคม	0.0	0.0	0.0	29.0	12.0	19.3	68.0
เมษายน	27.0	16.0	4.0	30.0	15.0	20.0	69.2
พฤษภาคม	316.0	118.0	18.0	25.5	18.8	22.2	77.5
มิถุนายน	233.0	38.0	19.0	24.2	18.9	21.6	86.33
กรกฎาคม	335.0	50.0	18.0	24.1	18.5	21.3	84.81
สิงหาคม	266.0	89.0	18.0	23.1	18.4	20.8	88.29
กันยายน	420.0	61.0	21.0	23.1	17.9	20.5	93.67
ตุลาคม	152.0	50.0	11.0	23.55	16.58	20.06	88.03
พฤศจิกายน	55.0	13.75	4.0	22.0	15.0	18.5	90.0
ธันวาคม	36.0	7.2	5.0	19.0	12.0	15.5	88.0
รวม	1840.0	443.0	118.0	303.6	183.1	240.5	988.6
เฉลี่ย	153.33	36.91	9.83	25.30	15.26	20.04	82.39

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมกราคม พ.ศ. 2549

เดือน มกราคม วันที่	ปริมาณ น้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง -เปียก	%
1	0.0	28.5	0.0	4.0	21.0	9.0	7.38	11.0	10.0	1.0	86.0
2	0.0	24.5	0.0	3.5	22.0	9.0	7.50	12.0	11.0	1.0	87.0
3	0.0	21.0	0.0	3.8	22.0	9.0	7.40	10.0	10.0	0.0	93.0
4	0.0	17.2	0.0	4.0	23.0	9.0	7.42	10.0	10.0	0.0	93.0
5	0.0	13.2	0.0	5.2	24.0	9.0	7.45	10.0	9.0	1.0	86.0
6	0.0	8.0	0.0	5.5	22.0	9.0	7.36	10.0	10.0	0.0	93.0
7	0.0	2.5	40.0	2.5	22.0	13.0	7.51	15.0	14.0	1.0	88.0
8	0.0	37.5	0.0	3.5	22.0	13.0	7.48	14.0	14.0	0.0	94.0
9	0.0	34.0	0.0	2.5	21.0	11.0	7.54	14.0	14.0	0.0	94.0
10	0.0	31.5	0.0	2.5	21.0	11.0	7.48	12.0	11.0	1.0	87.0
11	0.0	29.0	0.0	4.0	22.0	10.0	7.36	12.0	12.0	0.0	93.0
12	0.0	25.0	0.0	5.8	25.0	10.0	7.45	11.0	11.0	0.0	93.0
13	0.0	19.2	0.0	6.2	25.0	9.0	7.45	11.0	11.0	0.0	93.0
14	0.0	13.0	0.0	10.5	25.0	9.0	7.30	10.0	8.0	2.0	73.0
15	0.0	2.5	40.0	4.5	22.0	8.0	7.45	10.0	9.0	1.0	86.0
16	0.0	35.5	0.0	9.0	23.0	9.0	7.42	10.0	9.0	1.0	86.0
17	0.0	26.5	0.0	6.0	24.0	9.0	7.45	17.0	11.0	0.0	93.0
18	0.0	20.5	0.0	4.5	23.0	9.0	7.33	10.0	9.0	1.0	86.0
19	0.0	16.0	0.0	5.5	22.0	10.0	7.48	11.0	10.0	1.0	86.0
20	0.0	10.5	0.0	6.5	25.0	10.0	7.47	13.0	11.0	2.0	75.0
21	0.0	4.2	40.0	5.8	25.0	9.0	7.48	11.0	10.0	1.0	86.0
22	0.0	34.2	0.0	5.9	25.0	9.0	7.40	9.0	8.0	1.0	85.0
23	0.0	28.3	0.0	4.8	22.0	10.0	7.47	11.0	10.0	1.0	86.0
24	0.0	23.5	0.0	3.2	22.0	14.0	7.43	16.0	15.0	1.0	88.0
25	0.0	20.3	0.0	2.8	22.0	11.0	7.30	15.5	14.5	1.0	88.0
26	0.0	17.5	0.0	2.0	19.0	9.0	7.44	13.0	12.0	1.0	87.0
27	0.0	15.5	0.0	3.0	20.0	9.0	7.45	11.0	10.5	1.5	80.0
28	0.0	12.5	0.0	3.7	21.0	9.0	7.38	10.0	10.0	0.0	93.0
29	0.0	8.8	0.0	4.8	21.0	10.0	7.5	10.0	10.0	0.0	93.0
30	0.0	7.0	0.0	3.5	22.0	10.0	7.48	11.0	10.5	1.5	80.0
31	0.0	0.5	40.0	4.0	23.0	10.0	7.48	11.0	10.5	1.5	80.0
รวม	0.0	587.9	160.0	143.0	698.0	305.0	230.49	361.5	335.0	23.5	2711.0
เฉลี่ย	0.0	18.96	5.16	4.61	23.0	10.0	7.43	12.0	11.0	1.0	87.0

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

เดือนกุมภาพันธ์ วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง -เปียก	%
1	0.0	36.0	0.0	5.0	24.0	11.0	7.45	12.5	12.0	0.5	93.0
2	0.0	31.0	0.0	6.0	25.0	11.0	7.50	14.0	12.5	2.5	71.0
3	0.0	24.0	0.0	5.0	25.0	11.0	7.45	12.0	10.5	2.5	69.0
4	0.0	19.0	0.0	4.5	22.0	13.0	7.48	14.5	14.0	0.5	94.0
5	0.0	14.5	0.0	2.5	22.0	12.0	7.46	17.5	15.0	2.0	78.0
6	0.0	12.0	0.0	2.5	21.0	11.0	7.48	14.0	14.0	0.0	94.0
7	0.0	9.5	0.0	1.5	21.0	11.0	7.45	12.0	12.0	0.0	93.0
8	0.0	8.0	0.0	2.0	21.0	11.0	7.46	12.0	12.0	0.0	93.0
9	0.0	6.0	0.0	2.3	22.0	11.0	7.48	13.0	12.5	1.5	81.0
10	0.0	3.7	0.0	2.7	21.0	11.0	7.45	12.0	12.0	0.0	93.0
11	0.0	1.0	40.0	5.3	22.0	12.0	7.48	13.0	12.5	1.5	81.0
12	0.0	34.7	0.0	5.2	23.0	13.0	7.50	16.5	12.0	4.0	57.0
13	0.0	29.5	0.0	3.9	22.0	11.0	7.32	16.0	16.0	0.0	94.0
14	0.0	25.6	0.0	10.1	24.0	11.0	7.45	12.0	10.5	2.5	69.0
15	0.0	15.5	0.0	7.0	25.0	10.0	7.45	15.0	10.0	3.0	66.0
16	0.0	8.5	0.0	8.3	25.0	10.0	7.48	12.0	10.0	2.0	74.0
17	0.0	0.2	40.0	8.0	26.0	10.0	7.45	11.5	9.0	2.5	68.0
18	0.0	32.0	0.0	7.5	25.0	12.0	7.47	15.0	14.0	1.0	94.0
19	0.0	24.5	0.0	7.0	25.0	12.0	7.40	13.5	12.0	1.5	81.0
20	0.0	17.5	0.0	6.5	25.0	13.0	7.45	13.5	12.5	1.0	93.0
21	0.0	11.0	0.0	9.5	26.0	14.0	7.46	14.5	13.5	1.0	94.0
22	0.0	1.5	0.0	10.7	26.0	13.0	7.40	15.0	14.0	1.0	94.0
23	0.0	29.5	0.0	8.8	25.0	16.0	7.45	17.0	14.5	3.5	63.0
24	0.0	20.5	0.0	10.0	25.0	15.0	7.47	19.0	17.5	2.5	74.0
25	0.0	11.5	0.0	11.5	27.0	13.0	7.45	17.0	16.0	1.0	94.0
26	0.0	0.0	40.0	9.0	26.0	13.0	7.48	14.0	12.0	2.0	76.0
27	0.0	31.0	0.0	6.5	25.0	14.0	7.45	16.0	14.0	2.0	77.0
28	0.0	24.5	0.0	5.3	26.0	14.0	7.41	16.0	14.0	2.0	77.0
รวม	0.0	482.2	120.0	174.1	672.0	339.0	208.68	400.0	360.5	43.5	2285.0
เฉลี่ย	0.0	17.22	4.28	6.21	24.0	12.0	7.0	14.0	13.0	2.0	82.0

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

เดือนมีนาคม วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง -เปียก	%
1	0.0	19.2	0.0	6.1	25.0	15.0	7.45	15.0	14.0	1.0	88.0
2	0.0	13.1	0.0	4.1	25.0	15.0	7.43	19.0	17.0	2.0	79.0
3	0.0	9.0	0.0	7.0	26.0	16.0	7.50	17.0	16.0	1.0	78.0
4	0.0	2.0	40.0	7.5	26.0	17.0	7.45	18.0	15.0	3.0	68.0
5	0.0	32.5	0.0	6.5	27.0	15.0	7.40	18.0	16.0	2.0	78.0
6	0.0	26.5	0.0	7.0	26.0	16.0	7.45	17.0	15.0	2.0	78.0
7	0.0	19.5	0.0	7.5	27.0	16.0	7.45	18.0	16.0	2.0	78.0
8	0.0	12.0	0.0	6.5	28.0	16.0	7.43	21.0	16.0	5.0	54.0
9	0.0	5.5	40.0	7.0	28.0	16.0	7.45	17.0	15.0	2.0	78.0
10	0.0	33.0	0.0	10.2	28.0	16.0	7.50	18.0	15.0	3.0	68.0
11	0.0	22.8	0.0	11.3	30.0	17.0	7.45	17.0	15.0	2.0	78.0
12	0.0	11.5	0.0	11.5	28.0	21.0	7.45	22.0	16.0	6.0	48.0
13	0.0	0.0	40.0	7.5	30.0	20.0	7.50	22.0	16.0	6.0	48.0
14	0.0	32.5	0.0	9.7	29.0	16.0	7.36	22.0	16.0	6.0	48.0
15	0.0	23.8	0.0	4.1	27.0	14.0	7.48	19.0	19.0	0.0	94.0
16	0.0	19.7	0.0	10.7	26.0	15.0	7.42	16.0	15.0	1.0	88.0
17	0.0	9.0	0.0	9.0	28.0	20.0	7.50	22.0	15.0	7.0	42.0
18	0.0	0.0	40.0	9.0	28.0	15.0	7.48	21.0	16.0	5.0	54.0
19	0.0	31.0	0.0	7.5	29.0	17.0	7.52	18.0	15.0	3.0	68.0
20	0.0	23.5	0.0	6.5	28.0	16.0	7.42	21.0	17.0	4.0	62.0
21	0.0	17.0	0.0	11.0	28.0	17.0	7.50	18.0	16.0	2.0	78.0
22	0.0	6.0	40.0	12.5	28.0	17.0	7.48	20.0	17.0	3.0	70.0
23	0.0	27.5	0.0	10.0	28.0	16.0	7.43	17.0	14.0	3.0	68.0
24	0.0	17.5	0.0	8.0	27.0	16.0	7.45	17.0	15.0	2.0	78.0
25	0.0	9.5	0.0	9.0	29.0	15.0	7.40	18.0	15.0	3.0	68.0
26	0.0	0.5	40.0	12.8	29.0	17.0	7.45	17.0	14.0	3.0	68.0
27	0.0	27.2	0.0	10.7	29.0	18.0	7.42	19.0	17.0	2.0	79.0
28	0.0	16.5	0.0	7.0	30.0	17.0	7.46	20.0	17.0	3.0	70.0
29	13.0	9.5	0.0	5.0	29.0	16.0	7.43	20.0	18.0	2.0	79.0
30	0.0	4.5	40.0	3.4	22.0	14.0	7.48	17.0	16.0	1.0	88.0
รวม	13.0	518.4	280.0	248.2	849.0	506.0	231.07	576.0	488.0	88.0	2211.0
เฉลี่ย	1.0	16.72	9.03	8.0	27.0	16.0	7.45	19.0	16.0	3.0	71.0

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนเมษายน พ.ศ. 2549

เดือนเมษายน วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง - เปียก	%
1	0.0	34.0	0.0	4.0	24.0	14.0	7.48	17.0	15.0	2.0	78.0
2	0.0	30.0	0.0	5.0	26.0	15.0	7.42	16.0	15.0	1.0	88.0
3	0.0	25.0	0.0	6.5	27.0	14.0	7.49	17.0	15.0	2.0	78.0
4	0.0	18.50	0.0	5.7	27.0	14.0	7.46	19.0	17.0	2.0	79.0
5	0.0	12.80	0.0	11.2	28.0	17.0	7.43	16.0	15.0	1.0	88.0
6	0.0	16.0	40.0	12.0	29.0	20.0	7.45	22.0	16.0	6.0	48.0
7	0.0	28.0	0.0	9.3	29.0	17.0	7.48	24.0	18.0	6.0	50.0
8	16.0	19.5	0.0	3.8	28.0	17.0	7.46	23.0	19.0	4.0	63.0
9	14.5	15.7	0.0	7.2	26.0	19.0	7.45	20.0	19.0	1.0	89.0
10	0.0	8.5	0.0	8.5	29.0	21.0	7.42	22.0	18.0	4.0	63.0
11	0.0	0.0	40.0	12.2	31.0	21.0	7.40	23.0	18.0	5.0	56.0
12	0.0	27.8	0.0	7.2	30.0	19.0	7.41	23.0	19.0	4.0	63.0
13	0.0	20.6	0.0	5.4	29.0	19.0	7.38	21.0	19.0	2.0	80.0
14	0.0	15.2	0.0	6.0	31.0	19.0	7.37	19.0	18.0	1.0	89.0
15	0.0	9.2	0.0	6.2	27.0	18.0	7.38	19.0	18.0	1.0	89.0
16	0.0	3.0	40.0	1.7	24.0	16.0	7.52	19.0	18.0	1.0	89.0
17	0.0	38.3	0.0	2.3	24.0	18.0	7.46	19.0	18.0	1.0	89.0
18	0.0	36.0	0.0	2.5	26.0	18.0	7.51	20.0	19.0	1.0	89.0
19	136.0	33.5	0.0	1.5	24.0	15.0	7.56	20.0	19.0	1.0	89.0
20	0.0	32.0	0.0	2.8	24.0	17.0	7.55	18.0	18.0	0.0	94.0
21	2.0	29.2	0.0	4.8	27.0	18.0	7.52	20.0	19.0	1.0	89.0
22	0.0	24.4	40.0	4.4	27.0	18.0	7.46	21.0	20.0	1.0	89.0
23	0.0	20.0	0.0	5.5	28.0	18.0	7.41	21.0	19.0	2.0	80.0
24	0.0	14.5	0.0	5.0	27.0	18.0	7.40	20.0	19.0	1.0	89.0
25	0.0	9.5	0.0	3.3	26.0	17.0	7.42	21.0	20.0	1.0	89.0
26	0.0	6.2	0.0	2.7	25.0	19.0	7.40	21.0	20.0	1.0	89.0
27	22.0	3.5	40.0	2.6	25.0	18.0	7.45	21.0	20.0	1.0	89.0
28	45.0	37.4	0.0	1.6	22.0	16.0	7.48	19.0	18.0	1.0	89.0
29	16.0	35.8	0.0	0.3	19.0	16.0	7.52	17.0	17.0	0.0	94.0
30	0.0	35.5	40.0	3.0	24.0	16.0	7.56	18.0	18.0	0.0	94.0
รวม	251.0	639.6	160.0	154.2	793.0	522.0	223.7	596.0	541.0	55.0	2442.0
เฉลี่ย	8.38	21.32	5.33	5.14	26.43	17.4	7.46	19.87	18.03	1.83	81.4

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549

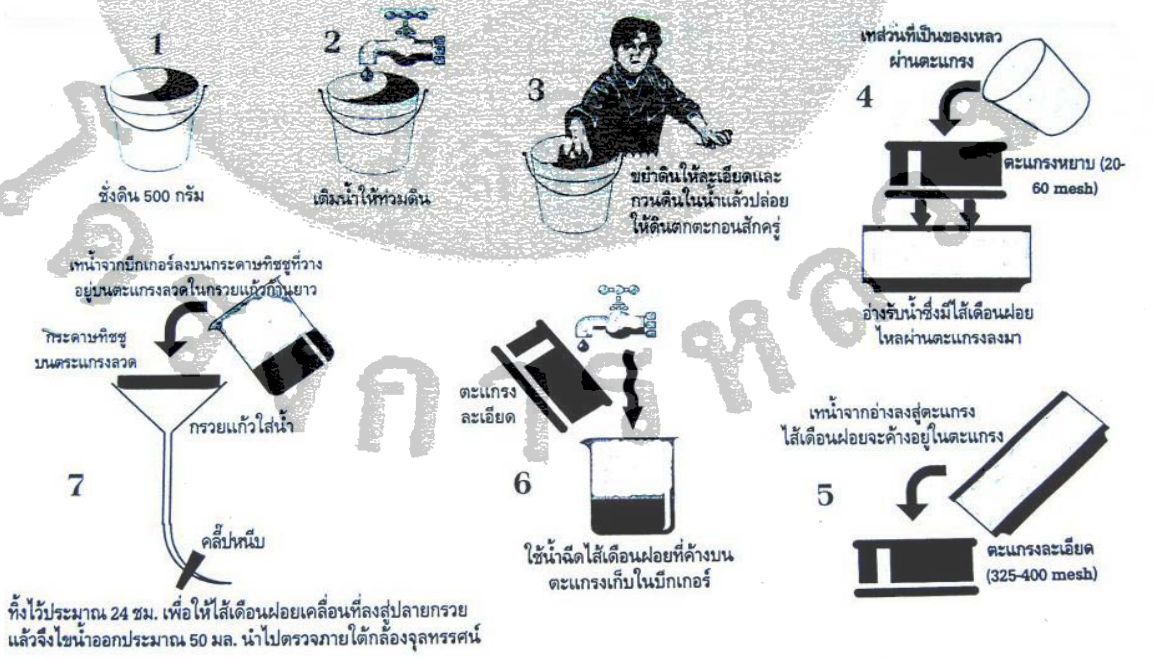
เดือน พฤษภาคม วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง - เปียก	%
1	0.0	32.5	0.0	4.0	24.0	17.0	7.40	19.0	18.0	1.0	89.0
2	11.0	28.5	0.0	3.2	25.0	18.0	7.46	21.0	19.0	2.0	80.0
3	5.0	25.3	0.0	4.8	26.0	19.0	7.38	22.0	19.0	3.0	71.0
4	0.0	20.5	0.0	5.3	27.0	19.0	7.36	22.0	19.0	2.0	80.0
5	0.0	15.2	0.0	6.2	28.0	19.0	7.45	22.0	20.0	2.0	80.0
6	0.0	9.0	0.0	5.5	28.0	19.0	7.52	22.0	20.0	2.0	80.0
7	0.0	3.5	40.0	4.9	27.0	18.0	7.36	21.0	20.0	1.0	89.0
8	6.0	35.1	0.0	2.6	25.0	17.0	7.48	21.0	20.0	1.0	89.0
9	42.0	32.5	0.0	1.9	25.0	18.0	7.41	20.0	19.0	1.0	89.0
10	3.0	30.6	0.0	3.0	25.0	19.0	7.36	20.0	19.0	1.0	89.0
11	19.0	27.6	0.0	2.4	25.0	18.0	7.48	20.0	19.0	1.0	89.0
12	0.0	25.2	0.0	4.7	26.0	17.0	7.45	20.0	19.0	1.0	89.0
13	0.0	20.5	0.0	4.0	27.0	18.0	7.38	20.0	19.0	1.0	89.0
14	74.0	16.5	0.0	1.5	23.0	14.0	7.36	21.0	20.0	1.0	89.0
15	6.0	15.0	0.0	0.5	16.0	13.0	7.43	15.0	15.0	0.0	94.0
16	5.0	14.5	0.0	0.7	16.0	13.0	7.47	14.0	14.0	0.0	94.0
17	2.0	13.8	0.0	1.2	18.0	16.0	7.46	17.0	16.0	1.0	88.0
18	10.0	12.6	0.0	0.5	18.0	15.0	7.49	17.0	17.0	0.0	94.0
19	0.0	12.1	0.0	2.9	22.0	15.0	7.35	18.0	18.0	0.0	94.0
20	0.0	9.2	0.0	2.6	21.0	17.0	7.41	18.0	17.0	1.0	89.0
21	20.0	6.6	0.0	1.0	20.0	17.0	7.30	19.0	18.0	1.0	89.0
22	4.0	5.6	0.0	1.6	23.0	18.0	7.48	18.0	18.0	0.0	94.0
23	21.0	4.0	0.0	1.5	23.0	18.0	7.46	19.0	19.0	0.0	94.0
24	43.0	2.5	40.0	1.2	20.0	18.0	7.52	19.0	18.0	1.0	89.0
25	0.0	38.8	0.0	1.2	21.0	16.0	7.53	18.0	18.0	-	-
26	19.0	37.6	0.0	2.7	24.0	17.0	7.40	19.0	18.0	-	-
27	0.0	34.9	0.0	3.9	25.0	19.0	7.42	21.0	20.0	-	-
28	0.0	31.0	0.0	3.5	25.0	19.0	7.47	21.0	20.0	-	-
29	0.0	27.5	0.0	3.5	25.0	19.0	7.49	21.0	19.0	-	-
30	2.0	24.0	0.0	3.7	24.0	19.0	7.42	20.0	19.0	-	-
31	5.0	20.3	0.0	3.1	24.0	19.0	7.45	20.0	19.0	-	-
รวม	297.0	632.5	80.0	89.3	726.0	503.0	230.4	605.0	573.0	24.0	2111.0
เฉลี่ย	9.58	20.40	2.58	2.88	30.25	16.22	9.6	19.51	18.48	1.0	87.96

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549

เดือนมิถุนายน วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	การระเหยของน้ำ (มิลลิเมตร)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			
		ความสูง	เติมน้ำ	ลดลง	สูงสุด	ต่ำสุด	เวลาจด	แห้ง	เปียก	แห้ง - เปียก	%
1	3.0	17.2	0.0	3.0	25.0	19.0	7.48	20.0	19.0	-	-
2	34.0	14.2	0.0	2.0	23.0	17.0	7.4	20.0	19.0	-	-
3	4.0	12.2	0.0	2.2	22.0	19.0	7.38	19.0	18.0	-	-
4	1.0	10.0	0.0	3.0	24.0	18.0	7.43	19.0	19.0	-	-
5	9.0	7.0	0.0	3.8	23.0	19.0	7.46	20.0	19.0	-	-
6	0.0	3.2	40.0	3.2	24.0	19.0	7.4	20.0	19.0	-	-
7	0.0	36.8	0.0	4.6	25.0	19.0	7.38	20.0	19.0	-	-
8	0.0	32.2	0.0	3.1	25.0	19.0	7.4	21.0	19.0	-	-
9	0.0	29.1	0.0	4.1	25.0	19.0	7.44	20.0	19.0	-	-
10	0.0	25.0	0.0	3.9	25.0	19.0	7.36	21.0	19.0	-	-
11	2.0	21.1	0.0	3.6	25.0	19.0	7.46	20.0	19.0	-	-
12	0.0	17.5	0.0	5.3	26.0	20.0	7.38	21.0	19.0	-	-
13	8.0	12.2	0.0	4.7	26.0	20.0	7.35	21.0	20.0	-	-
14	1.0	7.5	0.0	2.8	26.0	20.0	7.42	22.0	20.0	-	-
15	0.0	4.7	0.0	3.4	26.0	20.0	7.4	21.0	20.0	-	-
16	0.0	1.3	40.0	2.7	26.0	19.0	7.38	22.0	21.0	-	-
17	12.0	37.3	0.0	1.5	25.0	19.0	7.39	21.0	20.0	-	-
18	0.0	35.8	0.0	2.8	26.0	18.0	7.43	21.0	21.0	-	-
19	51.0	33.0	0.0	2.0	23.0	19.0	7.52	20.0	20.0	-	-
20	14.0	31.0	0.0	1.5	23.0	19.0	7.48	20.0	19.0	-	-
21	14.0	29.5	0.0	0.9	22.0	19.0	7.4	20.0	20.0	-	-
22	0.0	28.6	0.0	2.6	23.0	18.0	7.51	20.0	20.0	-	-
23	5.0	26.0	0.0	1.5	23.0	19.0	7.5	20.0	19.0	-	-
24	31.0	24.5	0.0	1.9	24.0	19.0	7.48	20.0	20.0	-	-
25	5.0	22.6	0.0	3.4	25.0	19.0	7.45	20.0	20.0	-	-
26	8.0	19.2	0.0	2.7	25.0	19.0	7.47	20.0	19.0	-	-
27	0.0	16.5	0.0	3.0	25.0	18.0	7.52	21.0	20.0	-	-
28	0.0	13.5	0.0	2.3	24.0	19.0	7.48	20.0	19.0	-	-
29	0.0	11.2	0.0	3.5	24.0	20.0	7.52	21.0	19.0	-	-
30	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.48	22.0	20.0	-	-
รวม	202	587.6	80	85	708	550	223.15	613	584	-	-
เฉลี่ย	6.73	19.59	2.67	2.83	23.60	18.33	7.44	20.43	19.47	-	-

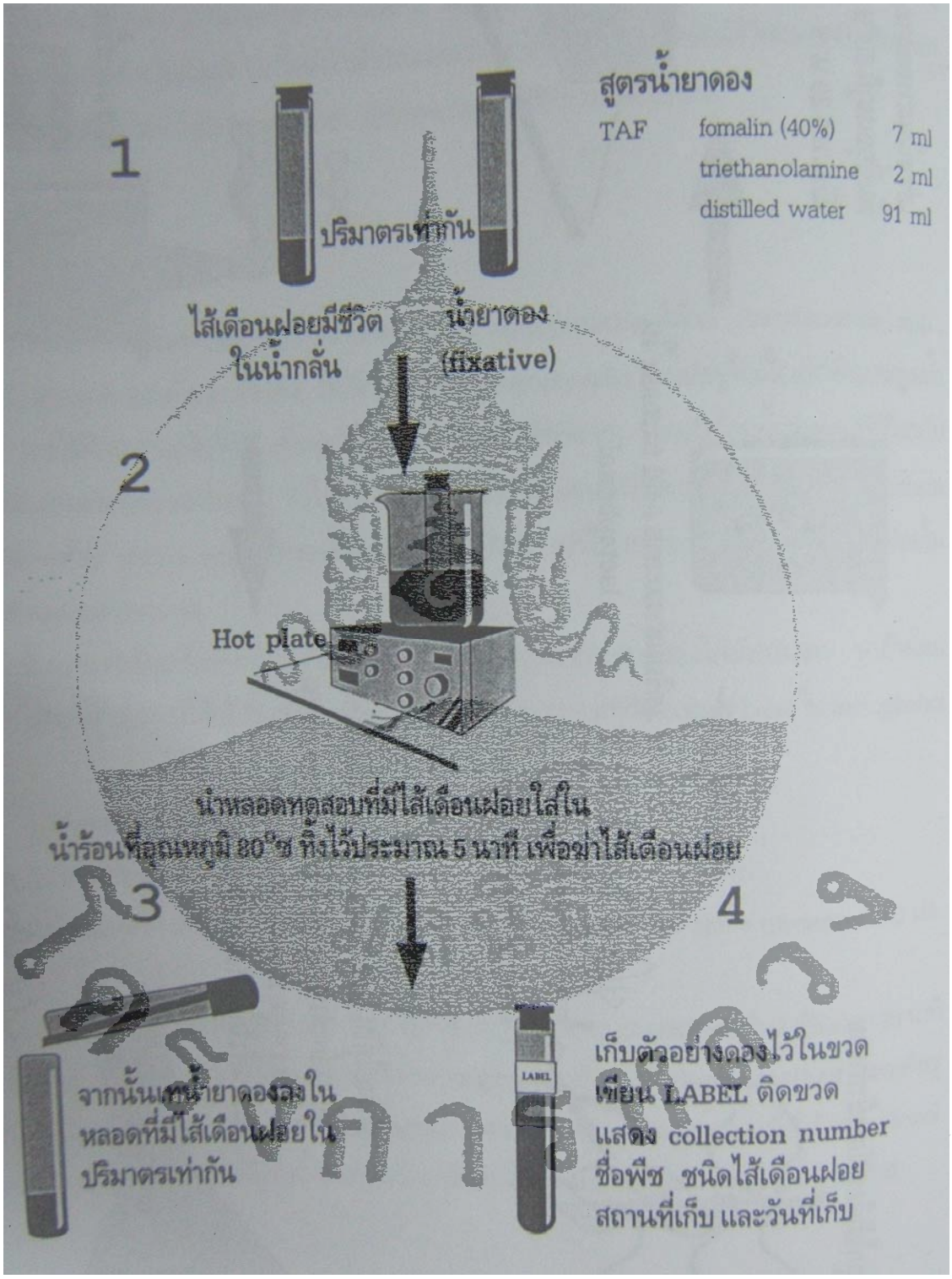
การแยกไส้เดือนฝอยออกจากดินด้วยวิธี Cobb's sieving & Baermann funnel

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยตะแกรง 2 แบบ คือตะแกรงหยาบ (20-60 mesh) และตะแกรงละเอียด (325-500 mesh) อ่างรับน้ำ กรวยแก้วต่อท่อสายยาง คลิ๊ปหนีบ กระดาษทิชชูและตะแกรงลวด ขั้นตอนการแยก เริ่มจากชั่งดินน้ำหนัก 500 กรัม ขยำเนื้อดินให้ละเอียดในอ่างน้ำ กวนดินและทิ้งไว้ประมาณ 20 วินาที เพื่อให้เนื้อดินตกตะกอนบางส่วน จากนั้นเทผ่านตะแกรงหยาบ เศษพืชหรือสิ่งอื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่และไม่ต้องการจะติดบนตะแกรง ส่วนไส้เดือนฝอยทุกชนิดจะผ่านสู่อ่างรับน้ำ นำน้ำส่วนนี้ไปผ่านตะแกรงละเอียด ไส้เดือนฝอยทั้งหมดจะติดอยู่บนตะแกรงนี้ ฉีดน้ำเบา ๆ ไล่ไส้เดือนฝอยให้รวมอยู่ในตะแกรงด้านหนึ่ง แล้วเทเก็บรวมไว้ในบีกเกอร์ จะได้ไส้เดือนฝอยอยู่ในน้ำขุ่น ถ้าเป็นไส้เดือนฝอยที่มีขนาดเล็ก (ความยาวประมาณ 300-500 ไมครอน) เช่นตัวอ่อนไส้เดือนฝอยรากปม ควรใช้ตะแกรงที่มีความถี่ตั้งแต่ 400 mesh ขึ้นไป เพื่อรองรับตัวไส้เดือนฝอยไม่ให้หลุดรอดผ่านตะแกรงสูญหาย นำไส้เดือนฝอยที่ได้นี้ไปผ่านกระดาษทิชชูที่วางบนตะแกรงลวด ไส้เดือนฝอยทั้งหมดรวมทั้งเม็ดดินละเอียดจะติดอยู่บนกระดาษทิชชู จากนั้นนำไปตั้งบนกรวยแก้วที่บรรจุน้ำเต็มกรวยและที่ปลายก้านกรวยมีท่อสายยางสวมอยู่พร้อมคลิ๊ปหนีบ ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ไส้เดือนฝอยจะเคลื่อนที่ลงสู่ปลายกรวย เปิดคลิ๊ปไขน้ำใส่บีกเกอร์ประมาณ 50 มิลลิลิตร จะได้ไส้เดือนฝอยในน้ำใส ง่ายต่อการตรวจนับปริมาณและศึกษารายละเอียดภายใต้กล้อง stereo (ภาพที่ 1)



แหล่งที่มา: นุชนารถ, 2546

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการแยกไส้เดือนฝอยออกจากดินโดยวิธี Cobb's sieving & Baermann funnel



แหล่งที่มา : นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด (2546)

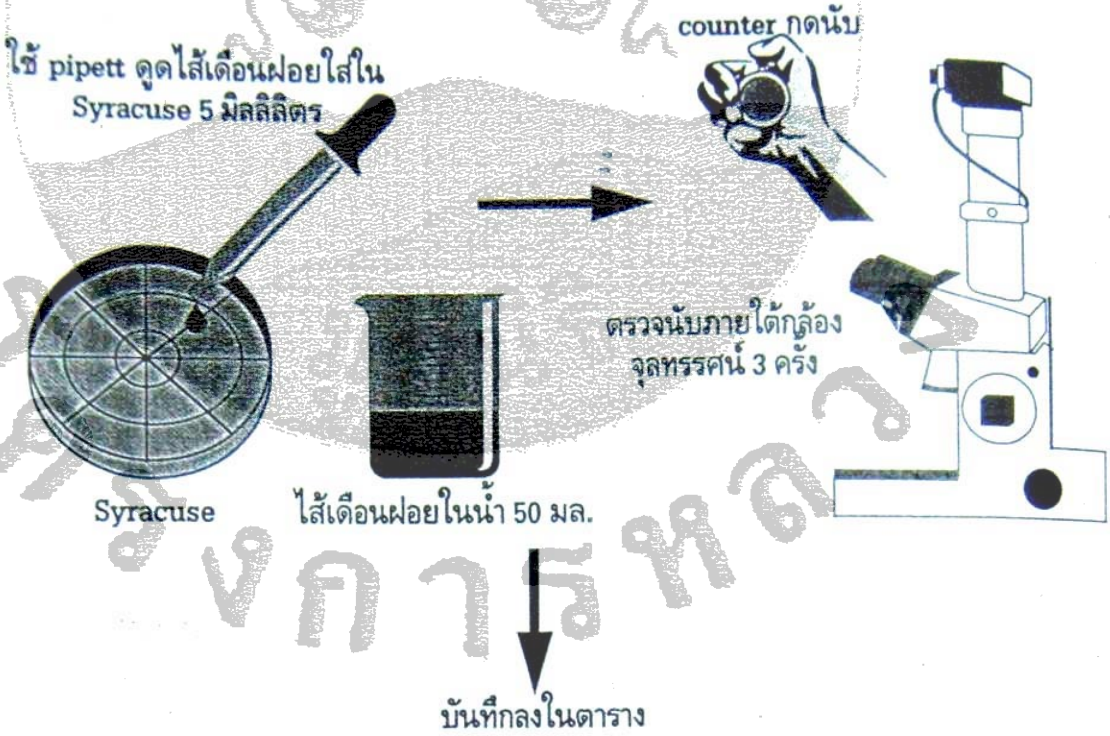
ภาพที่ 2 การฆ่าและดองไส้เดือนฝอย (Killing and Fixing)

วิธีการตรวจนับไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

การตรวจนับไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืชที่แยกได้จากดินน้ำหนัก 500 กรัม โดยวิธีการแยกดังกล่าวข้างต้น ไส้เดือนฝอยที่ได้จะอยู่ในน้ำใสในปริมาตร 50 มิลลิลิตร

อุปกรณ์ที่ใช้ ประกอบด้วยกล้องจุลทรรศ์กำลังขยายต่ำ (stereo microscope) pipett ขนาด 5 มิลลิลิตร syracuse ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ที่มีตารางเป็นช่องนับ และ counter นับจำนวน

วิธีการนับปริมาณไส้เดือนฝอย เริ่มจากกวนไส้เดือนฝอยในน้ำให้กระจายสม่ำเสมอ แล้วใช้ pipett ดูดน้ำที่มีไส้เดือนฝอย 5 มิลลิลิตร ใส่ใน syracuse นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และเริ่มนับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูพืชโดยกด counter นับทีละตัวและสกุลของไส้เดือนฝอยแยกกัน ในทุกช่องตารางของ syracuse จากนั้นจดบันทึกสกุลของไส้เดือนฝอยและจำนวนตัว ดูดน้ำตรวจนับเช่นเดิมรวม 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ยจากการตรวจ 3 ครั้ง ซึ่งจะสามารถสรุปได้ว่า ในดิน 500 กรัม พบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชสกุลใด จำนวนเท่าไร เป็นข้อมูลเพื่อนำไปวินิจฉัยโรคต่อไป (ภาพที่ 2)



แหล่งที่มา: นุชนารถ, 2546

ภาพที่ 3 การตรวจนับปริมาณไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในห้องปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิดที่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00060	0.96	0.4413
Media (M)	7	0.72114	1155.55	0.0000
Isolate (I)	7	1.57860	1160.25	0.0000
M x I	49	0.52867	847.13	0.0000
Error	315	0.00062		
Total	383			
Coefficient of variance		0.28		

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่ไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.00131	0.49	0.7850
Media (M)	7	3.15167	1172.42	0.0000
Isolate (I)	7	1.12435	418.26	0.0000
M x I	49	0.90611	337.08	0.0000
Error	315	0.00269		
Total	383			
Coefficient of variance		0.58		

ตารางที่ 10 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท บนอาหาร 8 ชนิด ที่เติมและไม่เติมน้ำตาลทราย หลังการทดสอบ7 วัน

อาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]															
	เติมน้ำตาลทราย								ไม่เติมน้ำตาลทราย							
	A. oligospora				*A. conoides*				*A. oligospora*				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
ข้าวจ้าว	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	7.27	9.00	9.00	8.78	9.00	9.00	8.71	9.00	9.00
ข้าวกล้อง	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.66	9.00	9.00	9.00	9.00	8.50	9.00	9.00	7.73
ข้าวท่อน	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
ข้าวโพด	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.73	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
เลี้ยงสัตว์																
มะพร้าว	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
ถั่วเหลือง	9.00	9.00	9.00	9.00	7.90	7.60	8.85	9.00	8.80	9.00	9.00	6.95	9.00	6.65	9.00	7.70
ข้าวฟ่าง	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.65	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.76
มัน	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
สำปะหลัง																
$LSD_{0.01}$	0.037								0.077							
$LSD_{0.05}$	0.028								0.058							
CV.(%)	0.28								0.58							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.001	0.26	0.9326
Isolate (I)	7	0.935	214.95	0.0000
Temperature (T)	5	468.359	107719	0.0000
I x T	35	0.938	215.84	0.0000
Error	235	0.004		
Total	287			
Coefficient of variance		1.85		

ตารางที่ 12 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 6 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

อุณหภูมิ (°C)	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
10	1.59	2.46	2.12	2.07	1.88	2.04	1.75	1.92
20	5.47	4.22	5.62	4.30	5.15	4.73	4.66	4.67
25	6.11	7.50	7.66	7.69	7.09	7.53	7.58	7.58
30	6.46	6.62	7.33	6.66	6.23	6.06	7.36	5.75
35	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
40	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
$LSD_{0.01}$	0.098							
$LSD_{0.05}$	0.075							
CV.(%)	1.85							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.001	1.21	0.3012
Isolate (I)	7	0.387	555.71	0.0000
pH	10	588.170	844806	0.0000
I x pH	70	0.370	531.87	0.0000
Error	435	0.001		
Total	527			
Coefficient of variance		0.37		

ตารางที่ 14 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่ pH แตกต่างกัน 11 ระดับ หลังการทดสอบ 7 วัน

pH	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
2	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
3	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
4	6.18	5.78	6.38	4.00	5.58	6.14	6.35	5.95
5	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.51
6	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
7	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
8	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
9	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	8.36
10	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
11	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
12	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
$LSD_{0.01}$	0.039							
$LSD_{0.05}$	0.029							
CV.(%)	0.37							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ factorial treatment effects และ interactions การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Rep	5	0.013	2.11	0.0687
Isolate (I)	7	11.909	1963.34	0.0000
Light (L)	2	122.550	20203.4	0.0000
I x L	14	6.638	1094.40	0.0000
Error	115	0.006		
Total	143			
Coefficient of variance		1.21		

ตารางที่ 16 การเจริญของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท ที่สภาพแสงแตกต่างกัน 3 แบบ หลังการทดสอบ 7 วัน

สภาพแสง	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. (ซม.) [1]							
	A. oligospora				*A. conoides*			
	HNR oli	Dong oli	HP	MH	HNR con	Dong con	KKU	PD
แสง	6.10	4.18	6.09	0.57	3.76	4.59	6.71	4.60
แสง/ มืด	7.20	7.39	7.75	7.75	6.99	7.64	7.55	6.80
มืด	7.31	7.72	7.88	6.21	6.72	7.82	7.65	7.10
$LSD_{0.01}$	0.117							
$LSD_{0.05}$	0.089							
CV.(%)	1.21							

[1] ค่าเฉลี่ยคิดจาก 6 ซ้ำ

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	758.507	526	0.0000
Error	40	1.442		
Total	47			
Coefficient of variance		4.27		

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	665.124	1005	0.0000
Error	40	0.662		
Total	47			
Coefficient of variance		3.82		

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Paecilomyces lilacinus* หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	360.509	59.7	0.0000
Error	40	6.044		
Total	47			
Coefficient of variance		7.68		

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	207.240	68.9	0.0000
Error	40	3.008		
Total	47			
Coefficient of variance		4.26		

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	125.067	86.0	0.0000
Error	40	1.454		
Total	47			
Coefficient of variance		2.07		

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	67.8416	68.7	0.0000
Error	40	0.9879		
Total	47			
Coefficient of variance		1.50		

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท หลังการทดสอบ 3 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	36.262	2.87	0.0383
Error	16	47.500		
Total	23			
Coefficient of variance		135.58		

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท หลังการทดสอบ 5 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	423.280	8.35	0.0002
Error	16	50.667		
Total	23			
Coefficient of variance		45.56		

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายตัวอ่อนระยะที่ 2 ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* sp. ของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 8 ไอโซเลท หลังการทดสอบ 7 วัน

Source	DF	MS	F	P
Isolate	7	665.280	9.52	0.0001
Error	16	69.875		
Total	23			
Coefficient of variance		27.60		

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม หลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

Source	DF	MS	F	P
Treatment	18	677.105	30.2	0.0000
Error	38	22.386		
Total	56			
Coefficient of variance		20.49		

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของผักกาดหอมห่อหลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

Source	DF	MS	F	P
Treatment	18	747.425	11.9	0.0000
Error	171	63.022		
Total	189			
Coefficient of variance		64.35		

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบจำนวน J2 หลังการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 4 ไอโซเลท ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ

Source	DF	MS	F	P
Treatment	18	2194.04	35.7	0.0000
Error	171	61.40		
Total	189			
Coefficient of variance		21.65		

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบจำนวนปม หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	4463.55	17.5	0.0000
Error	88	255.35		
Total	95			
Coefficient of variance		45.07		

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักสด หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	525.844	3.39	0.0030
Error	88	155.279		
Total	95			
Coefficient of variance		19.40		

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปม (J2) หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	1413.76	34.8	0.0000
Error	16	40.67		
Total	23			
Coefficient of variance		30.43		

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบความสูง หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	21.1932	4.07	0.0007
Error	88	5.2124		
Total	95			
Coefficient of variance		12.49		

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบความยาวราก หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	6.61786	1.02	0.4228
Error	88	6.48646		
Total	95			
Coefficient of variance		14.88		

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักรากสด หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	2.10432	1.61	0.1435
Error	88	1.30831		
Total	95			
Coefficient of variance		25.61		

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักรากแห้ง หลังการทดสอบในต้นผักกาดหอมห่อที่ใช้เชื้อรา *Arthrobotrys* spp. 2 ไอโซเลท ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ ผสมดิน

Source	DF	MS	F	P
Treatment	7	1.11408	1.42	0.2055
Error	88	0.78194		
Total	95			
Coefficient of variance		37.09		

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Arthrobotrys* spp. ที่พบบนเม็ดดิน โดยใช้ log ฐาน 10

Source	DF	MS	F	P
Treatment	6	0.00522	1.96	0.1396
Error	14	0.00266		
Total	20			
Coefficient of variance		4.42		

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความผันแปรทางสถิติสำหรับ CRD ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไส้เดือนฝอย J2 ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

Source	DF	MS	F	P
Treatment	6	15.5556	6.16	0.0025
Error	14	2.5238		
Total	20			
Coefficient of variance		34.04		

สูตรอาหาร WA (water agar)

วุ้น	17 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลิตร

วิธีการเตรียม นำวุ้น 17 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน กรอกใส่ภาชนะบรรจุ แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลานาน 20 นาที

สูตรอาหาร PDA (potato dextrose agar)

มันฝรั่ง	200 กรัม
น้ำตาลดีกลูโคส (D-glucose)	20 กรัม
วุ้น	17 กรัม
น้ำกลั่น	1 ลิตร

วิธีการเตรียม ต้มมันฝรั่งที่ล้างและหั่นเป็นชิ้นลูกเต๋าขนาดประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร จนเนื้อมันฝรั่งสุก เทเนื้อมันฝรั่งทิ้งเอาเฉพาะน้ำต้มมันฝรั่ง ละลายวุ้นในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำไปต้มจนวุ้นสุก ผสมน้ำต้มมันฝรั่งกับวุ้นให้เข้ากันจากนั้นใส่น้ำตาลดีกลูโคสลงไป ปรับปริมาตรรวมให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น กรอกอาหารใส่ภาชนะบรรจุ แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นระยะเวลานาน 20 นาที

งบประมาณและการจัดการงบประมาณ

รายละเอียดงบประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการ แยกตามประเภทหมวดเงิน

ก. หมวดค่าจ้าง

ค่าจ้างเหมาช่วยปฏิบัติการในห้องทดลอง (6 เดือน ×5,000 บาท)	30,000 บาท
ค่าจ้างเหมาช่วยปฏิบัติการในเรือนทดลอง และแปลงปลูกพืช (6 เดือน ×5,000 บาท)	30,000 บาท
ค่าจ้างทำหลังคาเพิ่ม	1,000 บาท
	61,000 บาท

ข. หมวดค่าใช้สอย

ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าที่พัก ค่าเดินทางเก็บตัวอย่าง (10 ครั้ง ×250 บาท)	**2,500** บาท

ค. หมวดค่าวัสดุ

ค่าวัสดุการเกษตร (เมล็ดพันธ์พืช กระถางปลูก ดิน เป็นต้น)

รายละเอียด

- กระบะปูน จำนวน 20 กระบะ	2,600 บาท
- ดินผสม จำนวน 35 กระสอบ	1,575 บาท
- ต้นกล้าผักกาดหอมห่อ จำนวน 12 ถาด	480 บาท
- ช้อนปลูก ซ้อมพรวน	80 บาท
- ถุงมือ 3 คู่	75 บาท
- รองเท้าบูท 1 คู่	130 บาท
- ปุ๋ย 3 กระสอบ	2,100 บาท
- เมล็ดพืช	550 บาท
- วัสดุการเกษตร (ขุยมะพร้าว แกลบดำ ขี้วัว อื่นๆ)	1,000 บาท
- พลาสติกใสมุงหลังคา ผ้าเต็นท์ ไม้ไผ่ เชือก	3,500 บาท
	12,090 บาท

ค่าวัสดุสำนักงาน คอมพิวเตอร์

รายละเอียด

- ค่าพิมพ์งาน เข้าเล่ม ทำปก จำนวน 9 เล่ม (รายงานความก้าวหน้าและรายงานฉบับสมบูรณ์)	7,000 บาท
- ค่าพิมพ์โปสเตอร์เสนอผลงานงานประชุมพืชสวนโลก	1,100 บาท
	8,100 บาท

ค่าวัสดุวิทยาศาสตร์

รายละเอียด

- แก๊ส 3 ถัง	825 บาท
- วุ้นทำอาหาร 3 กระป๋อง	1,800 บาท
- อุปกรณ์ทำแล็ป (กระดาษทิชชู ที่พันplate มีด ถุงพลาสติก อื่น ๆ)	1,700 บาท
- ตาชั่ง counter	500 บาท
- ถ่านชาร์ต	500 บาท
- หลอดดูดเข็มฉีดยา	100 บาท
	5,425 บาท

รวมงบประมาณที่ได้รับ	89,500 บาท
รวมค่าใช้จ่ายทุกหมวด	**89,115** บาท
เหลือ	385 บาท

โครงการหลวง