ศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ท้องถิ่น *Steinernema siamkayai* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชตระกูลกะหล่ำ

วิไลวรรณ เวชยันต์ สาทิพย์ มาลี
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึง เดือนกันยายน 2553 แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ **1**. คัดเลือกและพัฒนาไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ท้องถิ่น *Steinernema siamkayai* พบว่า จากการคัดเลือกไส้เดือนฝอยจำนวน 7 ประชากร มีเพียง 3 ประชากรที่มีความแข็งแรงสามารถผ่านเข้าสู่ผนังลำตัวแมลงสำเร็จเท่ากับ 22, 41และ75 ตัว โดยพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศเมียเท่ากับ 17, 30 และ 48 ตัว และพัฒนาเป็นเพศผู้เท่ากับ 5, 11 และ 27 ตัวต่อหนอน 1 ตัว ตามลำดับ **2.** ทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai, Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* กับหนอนกินรังผึ้งวัย 6 หนอนกระทู้ผักวัย 3 และหนอนใยผัก พบว่า ไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงสูงกว่า *Steinernema siamkayai* อย่างมีนัยสำคัญที่อุณหภูมิ 20, 25 30 และ 35 °ซ. และ *Steinernema carpocapsae* ไม่สามารถเข้าทำลายแมลงได้ที่อุณหภูมิ 35 °ซ. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้ง และหนอนกระทู้ผักของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai*, *Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* คือ 25, 30 และ 25 °ซ. ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* ในการทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 และ 8 มิลลิกรัม ตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) มีค่าเท่ากับ 37.70 ตัวต่อหนอน 1 ตัว และ 61.10 ตัวต่อหนอน 1 ตัว และค่าความเข้มข้นของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai*, *Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* ในการทำให้หนอนใยผักตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) หลังจากทดสอบ 48 ชั่วโมง คือ 75.19, 1.73 และ 3.49 ตัวต่อหนอนใยผัก 1 ตัว ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema siamkayai*, หนอนใยผัก, หนอนกระทู้ผัก, LC_{50}

รหัสการทดลอง 07-01-49-06-04-04-04-51

คำนำ

ไส้เดือนฝอยในวงศ์ Steinernematidae และ Heterorhabditidae เป็นไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสามารถเข้าทำลายและทำให้แมลงตายได้หลายชนิด (Poinar, 1979) *"ตัวอ่อนระยะเข้าทำลายแมลง"* (infective juvenile: IJ) ของไส้เดือนฝอยทั้ง 2 วงศ์ คือวัยที่ 3 ซึ่งในลำไส้ส่วนหน้าจะมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ในลักษณะพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ดังนั้นเมื่อไส้เดือนฝอยผ่านเข้าสู่ภายในผนังลำตัวแมลงจะปล่อยแบคทีเรียดังกล่าว เข้าสู่ระบบเลือดของแมลงทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็วภาย 24-48 ชั่วโมง (Poinar and Thomas, 1966) ปัจจุบันไส้เดือนฝอยสกุล *Steinernema* และ *Heterorhabditis* ได้รับการพัฒนาให้เป็นสารชีวินทรีย์นำไปใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างแพร่หลาย (Kaya, 1985; Klein, 1990)

กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ได้ศึกษาและนำ *S. carpocapsae* (Weiser) ไปควบคุมแมลงศัตรูพืชต่างๆ หลายชนิดได้เป็นผลสำเร็จ เช่น หนอนกินใต้ผิวเปลือกลองกอง (วัชรี และคณะ, 2529) ตัวอ่อนของด้วงหมัดผักในผักกาดหัว (วัชรี และคณะ, 2534ก) ด้วงงวงมันเทศ (วัชรี และคณะ, 2534ข) หนอนกระทู้หอมในดาวเรือง (วัชรี และคณะ, 2537) ตลอดจนศึกษาและพัฒนาการผลิตขยายไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* (Weiser) ด้วยอาหารเทียมแข็งกึ่งเหลว (วัชรี และพิมลพร, 2535ก, 2535ข) จนสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไส้เดือนฝอยด้วยอาหารเทียมดังกล่าวสู่ภาคเอกชนและผลิตเป็นการค้า (วัชรี และสุทธิชัย, 2544)

ในปี 2539 มีการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ เพื่อแยกไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงโดยใช้หนอนกินรังผึ้ง *Galleria mellonella* เป็นแมลงทดสอบ (วัชรี, 2544) พบไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงชนิดใหม่ และได้ส่งตัวอย่างให้ผู้เชี่ยวชาญด้านอนุกรมวิธานของสหรัฐอเมริกาจำแนกชนิด ได้ตั้งชื่อว่า *Steinernema siamkayai* (Stock *et al*, 1998) และไส้เดือนฝอยดังกล่าวเป็นชนิดใหม่ของไทย ซึ่งยังไม่เคยปรากฏที่ใดในโลก นอกจากนี้ยังมีรายงานการค้นพบไส้เดือนฝอยชนิดใหม่ๆ ทั่วโลกเพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น *S. riobrave* ค้นพบในเขตภูมิอากาศแถบร้อนที่มลรัฐเท็กซัส (Cabanillas, 1994) ไส้เดือนฝอยทั้ง 2 ชนิดมีความสามารถทนต่ออุณหภูมิได้สูงกว่า 35 °ซ.

การทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาศักยภาพของไส้เดือนฝอยในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชโดยเปรียบเทียบไส้เดือนฝอยที่ทนอุณหภูมิสูงทั้ง 2 ชนิด คือ *S. siamkayai* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ท้องถิ่นและ*S. riobrave* สายพันธุ์ต่างประเทศ กับ *S. carpocapsae* ซึ่งเป็นสายพันธุ์เดิมที่ผลิตเป็นการค้า ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลในการคัดเลือกและพัฒนาชนิดไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชหลากหลายชนิดในสภาพนิเวศเกษตรของประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เครื่องมือ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์, ตู้ควบคุมอุณหภูมิ, ตู้อบนึ่งฆ่าเชื้อ, ที่ดูดสารอัตโนมัติ จานทดลอง (petridish) เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร, ถาดหลุมขนาด 24 หลุม/ถาด พร้อมฝาปิด , culture flask , กล่องพลาสติก, กระดาษกรอง และผ้าขาวบาง

2. ไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai, S. riobrave* และ *S. carpocapsae*
3. แมลงที่ใช้ทดสอบ คือ หนอนกินรังผึ้ง และหนอนกระทู้ผักวัย 3 และหนอนใยผักวัย 3
4. สารเคมีที่ใช้ เช่น ฟอร์มาลีน Alcohol
5. อาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนกินรังผึ้ง และหนอนกระทู้ผัก

วิธีการ

1. เลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงทดสอบ

หนอนกินรังผึ้ง *Galleria melonella* เลี้ยงอาหารเทียม (สูตรของวัชรี, 2540) จนได้หนอนกินรังผึ้งวัยสุดท้าย หนอนกระทู้ผักเลี้ยงด้วยอาหารเทียม (สูตรของอุทัย, 2544) หนอนใยผักเลี้ยงด้วยใบปูเล่ จนได้หนอนวัย 3

2. เลี้ยงเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอย *S. riobrave, S. siamkayai,* และ *S. carpocapsae*

เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยด้วยหนอนกินรังผึ้ง โดยใส่ไส้เดือนฝอย อัตรา 2,000 ตัวในน้ำ 1 มล. หยดลงบนกระดาษกรองในจานพลาสติก ที่ใส่หนอนกินรังผึ้งจานละ 10 ตัว เก็บจานพลาสติกที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น 48 ชั่วโมง นำซากหนอนมา Trap ในกล่องชื้น เพื่อล่อไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงออกจากซากหนอน เทเก็บไส้เดือนฝอยก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

3. คัดเลือกไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* ที่มีประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงสูงกว่า 80%

3.1 เตรียมไส้เดือนฝอยอัตราความหนาแน่น 2,000 ตัว/มิลลิลิตร หยดลงบนกระดาษกรองในจานทดลอง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร จานละ 1 มิลลิลิตร ใส่หนอนกินรังผึ้ง จำนวน 10 ตัว ต่อจานทดลอง แล้วนำ ไปเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำหนอนที่ตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง มาล้างด้วยน้ำกลั่น ก่อนวางบนผ้าขาวบางที่ปูอยู่บนจานทดลองในกล่องพลาสติกซึ่งภายในหล่อน้ำ เพื่อล่อไส้เดือนฝอย (Trap) ไส้เดือนฝอยที่ผ่านเข้าสู่ภายในลำตัวหนอนจะเจริญเติบโตเป็นไส้เดือนฝอยระยะต่างๆ อยู่ภายในตัวแมลงจนกระทั่งพัฒนาเป็น “ไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลง(IJ)” ก่อนออกจากซากหนอนเคลื่อนลงสู่น้ำที่หล่อไว้ เทน้ำที่มีไส้เดือนฝอยจะได้ไส้เดือนฝอยชุดที่ 1นำไปเก็บใน culture flask ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สำหรับใช้ทดลองในขั้นตอนต่อไป (เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยด้วยหนอนกินรังผึ้งชุดต่าง ๆ จำนวนอีก 6 ชุด รวมเป็น 7 ชุด (7 ประชากร)) บันทึกจำนวนหนอนกินรังผึ้งที่ตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยที่ผ่านการคัดเลือก

ดัดแปลงจากวิธี Paper bioassay (Glazer *et al.*,2000) โดยใช้กระดาษกรอง 1 แผ่นรองก้นถาดหลุม จำนวน 2 ถาด ก่อนหยดไส้เดือนฝอยที่ผ่านการคัดเลือก (จากข้อ 3.1) ลงบนกระดาษกรองในถาดหลุม จำนวน 100 ตัวต่อน้ำ 30 ไมโครลิตรต่อหลุม ใส่หนอนกินรังผึ้ง จำนวน 1 ตัวต่อหลุม แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ผ่าหนอนที่ตายประชากรละ 10 ตัว นับจำนวนไส้เดือนฝอยที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย

4. ทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* กับหนอนชนิดต่างๆ

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพกับหนอนกินรังผึ้งวัย 6

ทำการทดลองด้วยวิธี soil bioassay ตามวิธีการของ Glazer *et al*. (2000) ใช้ถาดหลุม ขนาด 24 หลุมต่อถาด ใส่ทรายอบนึ่งฆ่าเชื้อแล้วใน หลุมละ 1 กรัม ก่อนใส่ไส้เดือนฝอย *S. siamkayai*, *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* ชนิดละ 100 ตัวในน้ำ 60 ไมโครลิตรต่อหลุม และใส่หนอนกินรังผึ้งหลุมละ 1 ตัว นำถาดหลุมเก็บที่อุณหภูมิ 15, 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส แต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ ตรวจนับและบันทึกจำนวนหนอนตายภายในเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

4.2 ทดสอบระสิทธิภาพกับหนอนกระทู้ผักวัย 3

ทำการทดลองในถาดหลุม ขนาด 24 หลุมต่อถาด ใส่อาหารเทียมเลี้ยงหนอนกระทู้ผัก (สูตรของอุทัย, 2544) ลงในถาดหลุม หลุมละ 39 มิลลิกรัม ใส่ไส้เดือนฝอย *S. siamkayai*, *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* ชนิดละ 50 ตัวต่อน้ำ 30 ไมโครลิตรต่อหลุม และใส่หนอนกระทู้ผักวัย 3 หลุมละ 1 ตัว นำถาดหลุมเก็บที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส แต่ละกรรมวิธีทำ 4 ซ้ำ ตรวจนับและบันทึกจำนวนหนอนตายภายในเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

4.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* ความเข้มข้นต่างๆ กับหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 และ 8 มิลลิกรัม

เตรียมไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* ในอัตราความหนาแน่น 15, 25, 50, 100 และ 200 ตัวต่อน้ำ 30 ไมโครลิตร หยดลงบนอาหารเทียม ในหลุม ใส่หนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 มิลลิกรัม หลุมละ 1 ตัว ในแต่ละความเข้มข้นทำ 4 ซ้ำๆ ละ 12 ตัว แล้วนำถาดหลุมเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจนับและบันทึกจำนวนหนอนกระทู้ผักที่ตายภายในเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบทางสถิติเพื่อหาค่า LC_{50} ต่อไป (ทำการทดสอบกับหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 8 มิลลิกรัมโดยทำการทดลองเช่นเดียวกับหนอนกระทู้ผักน้ำหนัก 4 มิลลิกรัม)

4.3 ทดสอบระสิทธิภาพกับหนอนใยผักวัย 3

ดัดแปลงจากวิธี soil bioassay (Glazer et al.,2000) เตรียมไส้เดือนฝอย *S. siamkayai*, *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* ในอัตราความหนาแน่น 10, 20, 40, 80 และ 100 ตัวต่อน้ำ 150 ไมโครลิตร หยดไส้เดือนฝอยลงบนทรายในถาดหลุม หลุมละ 150 ไมโครลิตร ใส่ใบปูเล่ขนาด 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 1 ใบ เพื่อเป็นอาหารของหนอนใยผัก ใส่หนอนใยผักวัย 3 หลุมละ 1 ตัว ในแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว แล้วนำถาดหลุมเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตรวจนับและบันทึกจำนวนหนอนใยผักที่ตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบทางสถิติเพื่อหาค่า LC_{50} ต่อไป

เวลาและสถานที่

เวลา : ตุลาคม 2548-กันยายน 2553

สถานที่ : ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ
กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลและวิจารณ์การทดลอง

การทดลองที่ 1: คัดเลือกไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงสูงกว่า 80%

1.1 คัดเลือกไส้เดือนฝอยที่อุณหภูมิ 25 ^{0}ซ.

การคัดเลือกไส้เดือนฝอย 7 ประชากร ด้วยการทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้งวัย 6 พบว่า ไส้เดือนฝอย ที่มีประสิทธิภาพเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้งสูงกว่า 80% มีจำนวน 3 ประชากร โดยมีอัตราการเข้าทำลายเท่ากับ 90, 82.85 และ 80% ตามลำดับ สำหรับไส้เดือนฝอยอีก 4 ประชากร มีอัตราการเข้าทำลายต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 78.57, 52.85, 48.57 และ 52.85 % ตามลำดับ (ตารางที่1)

1.2 การทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยที่ผ่านการคัดเลือก

ไส้เดือนฝอยที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1.1 ว่ามีประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้งสูงกว่า 80% คือ เท่ากับ 90, 82.85 และ 80% กำหนดเป็นประชากรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นำไส้เดือนฝอยประชากรที่ 1, 2 และ 3 ดังกล่าวมาทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้งที่อุณหภูมิ 30°ซ. พบว่า ไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 1” ทำให้หนอนตายเท่ากับ 75% สูงกว่า “ประชากรที่ 3” (45.83 %) และ “ประชากรที่ 2” (37.58%)

เมื่อผ่าหนอนที่ตายพบไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 1” ผ่านเข้าสู่ตัวหนอนได้มากที่สุด 7.50% รองลงมาคือ “ประชากรที่ 2 และ 3” (4.10 และ 2.20% ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า

ไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 1” มีความแข็งแรง สามารถค้นหาหนอนและผ่านเข้าสู่ผนังลำตัวสำเร็จก่อนปลดปล่อยแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แมลงตายได้มากกว่าไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 2 และ 3”

การพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยของไส้เดือนฝอยที่ผ่านเข้าสู่ตัวแมลง พบว่าไส้เดือนฝอยทั้ง 3 ประชากรมีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศเมียสูงกว่าเพศผู้ โดยพบตัวเต็มวัยเพศเมีย 48, 30 และ17 ตัว และตัวเต็มวัยเพศผู้ 27, 11 และ 5 ตัว ในประชากรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 1” เมื่อผ่านเข้าสู่ภายในตัวแมลงได้มีการพัฒนาเป็นไส้เดือนฝอยตัวเต็มวัยเพศเมียในอัตราสูงกว่าประชากรอื่น ๆ ซึ่งไส้เดือนฝอยเพศเมียจะทำหน้าที่สร้างไข่และขยายพันธุ์ได้มากกว่า ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญในการคัดเลือกไส้เดือนฝอย “ประชากรที่ 1” เพื่อนำไปขยายปริมาณและทำการทดลองต่อไป

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของ *S. siamkayai* *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* กับหนอนชนิดต่างๆ

2.1 <u>ทดสอบกับหนอนกินรังผึ้งวัย 6</u>

จากการทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้งของไส้เดือนฝอย 3 ชนิด คือ *S. siamkayai, S. riobrave* และ *S. carpocapsae* พบว่า อุณหภูมิและชนิดของไส้เดือนฝอยมีผลต่อประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกินรังผึ้ง (ตารางที่ 3) โดยที่อุณหภูมิ 25 และ 30°ซ. เป็นอุณหภูมิที่พบการตายของหนอนกินรังผึ้งด้วยไส้เดือนฝอยทั้ง 3 ชนิด สูงดังนี้

S. siamkayai มีประสิทธิภาพทำให้หนอนตายสูงสุด ที่อุณหภูมิ 25 °ซ. (48.58%) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 30, 20 และ 35 °ซ. ซึ่งพบหนอนตาย 47.21, 27.77% และ 23.60 % ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 35 °ซ. มีประสิทธิภาพทำให้หนอนตายต่ำสุด (23.60 %) และไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 15 °ซ. พบหนอนตาย 0%

S. riobrave มีประสิทธิภาพทำให้หนอนกินรังผึ้งตายสูงสุด ที่อุณหภูมิ 30°ซ. (100%) ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 20 °ซ. จำนวนหนอนตายเท่ากับ 97.22, 76.38 และ 76.38 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 15 °ซ. ที่มีหนอนตาย 0%

S. carpocapsae มีประสิทธิภาพทำให้หนอนกินรังผึ้งตายสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 และ 30 °ซ. (100%) ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 20 °ซ. พบหนอนตาย 93.05% และแตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 15 °ซ. และ 35 °ซ. ซึ่งพบหนอนตาย 62.49 และ 0% ตามลำดับ

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า *S. carpocapsae* สามารถเข้าทำลายหนอนที่อุณหภูมิต่ำได้สูงกว่า (62.49%) และมีความแตกต่างทางสถิติกับ *S. siamkayai* และ *S. riobrave* ที่พบการเข้าทำลาย 0% แต่ที่อุณหภูมิ 35 °ซ. *S. carpocapsae* ไม่สามารถเข้าทำลายหนอนได้ (0%) และไม่แตกต่างทางสถิติกับ *S. siamkayai* (หนอนตาย 23.60%) โดย *S. riobrave* พบหนอนตาย

สูงสุด (76.38%) สำหรับที่อุณหภูมิ 20-30 °ซ. แสดงให้เห็นว่า *S. carpocapsae* มีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาคือ S. *riobrave และ S. siamkayai*

2.2 ทดสอบกับหนอนกระทู้ผักวัย 3

จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิและชนิดของไส้เดือนฝอยมีผลต่อประสิทธิภาพการเข้าทำลายหนอนกระทู้ผัก (ตารางที่ 4) โดยที่อุณหภูมิ 25 และ 30 °ซ. พบการตายของหนอนกระทู้ผักด้วยไส้เดือนฝอยทั้ง 3 ชนิดสูง ดังนี้

S. siamkayai มีประสิทธิภาพทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายสูงสุดที่อุณหภูมิ 25°ซ. จำนวนหนอนตายเท่ากับ 61.67% ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 30 °ซ. (51.66%) และที่อุณหภูมิ 20 °ซ. พบหนอนตายต่ำสุด 13.33% ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่ 35 °ซ. ซึ่งพบหนอนตาย 15%

S. riobrave มีประสิทธิภาพทำให้หนอนตายสูงสุดที่อุณหภูมิ 30 °ซ. (100%) รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 25 °ซ. (96.67%) มีความแตกต่างกันทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 35 °ซ. (61.67%) และที่อุณหภูมิ 20 °ซ. พบหนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายต่ำสุด(13.33%) แตกต่างทางสถิติกับทุกระดับอุณหภูมิ

S. carpocapsae มีประสิทธิภาพทำให้หนอนกระทู้ผักวัย 3 ตายสูงสุดที่อุณหภูมิ 25 °ซ. (100%) รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 30 °ซ. (98.33%) มีความแตกต่างทางสถิติกับที่อุณหภูมิ 20 °ซ. ซึ่งพบหนอนตายต่ำสุด 58.33 % และที่อุณหภูมิ 35 °ซ. ไม่พบหนอนตาย(0%) แตกต่างกับทุกระดับอุณหภูมิ

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า *S. carpocapsae* สามารถเข้าทำลายหนอนกระทู้ผักที่อุณหภูมิต่ำ 20 °ซ. ได้สูงกว่า (58.33%) และมีความแตกต่างทางสถิติกับ *S. siamkayai* และ *S. riobrave* ซึ่งพบหนอนตายเท่ากับ 13.33 และ 13.33% ตามลำดับ แต่ที่อุณหภูมิสูง 35°ซ *S. carpocapsae* ไม่สามารถทำลายหนอนได้ (0%) และไม่แตกต่างทางสถิติกับ *S. siamkayai* (15.00%) โดย *S. riobrave* ทำให้หนอนตายสูงสุด (61.67%) สำหรับที่อุณหภูมิ 25 และ 30 °ซ. *S. carpocapsae* มีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาคือ S. *riobrave* และ *S. siamkayai* ตามลำดับ จะเห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเข้าทำลายหนอนกระทู้ผักของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* คือ 25 °ซ. แตกต่างจากการทดลองของ Sasnarukkit (2003) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเข้าทำลายหนอนใยผักของ *S. siamkayai* คือ 30 °ซ. และ Chongchitmate (2505) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเข้าทำลายหนอนเจาะสมอฝ้ายของ *S. siamkayai* คือ 30 °ซ.

2.3 ทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* ความเข้มข้นต่างๆ กับหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 และ 8 มิลลิกรัม

การทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* กับหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 มิลลิกรัม และ 8 มิลลิกรัม และวิเคราะห์หาค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอย พบว่า *S. siamkayai* สามารถทำให้เกิดโรคกับหนอนกระทู้ผักได้ โดยมีค่า LC_{50} ของหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 4 มิลลิกรัม มีค่าเท่ากับ 37.7 (R^2= 0.9104) ต่ำกว่า หนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 8 มิลลิกรัม ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 61.1 ตัวต่อหนอน1 ตัว (R^2= 0.9738) (ตารางที่ 5)

2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของ *S. siamkayai, S. riobrave* และ *S.carpocapsae* กับหนอนใยผักวัย 3

S. riobrave มีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคกับหนอนใยผักสูงสุด แล *S.siamkayai* ก่อให้เกิดโรคน้อยที่สุดในทุกความเข้มข้นของไส้เดือนฝอย โดยค่าความเข้มข้นของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai*, *S. riobrave* และ*S. carpocapsae* ในการทำให้หนอนใยผักตาย 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทดสอบ 48 ชั่วโมง คือ 75.19(R^2 = 0.986), 1.73 (R^2 = 1.00) และ 3.49 (R^2 = 0.982) ตัวต่อหนอนใยผัก 1 ตัว (ตารางที่ 6) เช่นเดียวกับการทดลองของ Chongchitmate (2505) พบว่า ค่า LC_{50} ของหนอนเจาะสมอฝ้ายวัย 4 เท่ากับ 22.5 ตัวต่อหนอน 1 ตัว และ LC_{50} ของหนอนใยผัก เท่ากับ 18 ตัวต่อหนอน 1 ตัว Kaya (1985) รายงานว่า *S. feltiae* สามารถเข้าทำลายหนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* วัยแก่ได้มากกว่าหนอนวัยอ่อน เนื่องจากหนอนที่ฟักจากไข่และหนอนระยะแรกสามารถเคลื่อนที่เข้าหาแสงและเคลื่อนที่ได้รวดเร็วกว่าหนอนที่อายุมากและวัยก่อนเข้าดักแด้ และ Forscher *et al.* (1991) พบว่า ค่าLC_{50} ของ *S. carpocapsae* และ *Heterorhabditis heliothidis* กับหนอนด้วง *Phyllophaga hirticula* (Knoch) วัย 3 มีค่าเท่ากับ 210 และ 12 ตัวต่อหนอนหนึ่งตัว ตามลำดับ Geden *et al.* (1986) รายงานว่า *S. glaseri* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 2,000 ตัวต่อหนอนแมลงวัน *Musca domestica* วัย 2 ซึ่งสูงกว่าค่า LC_{50}ของหนอนกินรังผึ้ง

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการคัดเลือกไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ท้องถิ่น *Steinernema siamkayai* จำนวน 7 ประชากร มีเพียง 3 ประชากรที่แข็งแรง มีประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงมากกว่า 80% และมีจำนวนไส้เดือนฝอยที่สามารถผ่านเข้าสู่ผนังลำตัวแมลงทดสอบได้สูงสุด โดยมีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศเมียสูง เมื่อนำไส้เดือนฝอยที่คัดเลือกได้มาทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงชนิดต่าง โดยทดสอบหนอนกินรังผึ้ง หนอนกระทู้ผัก และหนอนใยผัก ที่อุณหภูมิระดับต่างๆ พบว่า อุณหภูมิมีผลต่อประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเข้าทำลายแมลง

ของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai*, *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* คือ 25, 30 และ 25 °ซ. ตามลำดับ *S. carpocapsae* และ *S. riobrave* มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงสูงกว่า *S. siamkayai* ในทุกระดับอุณหภูมิที่ทดสอบ (20, 25,และ30°ซ) ขณะที่ *S. carpocapsae* ไม่สามารถเข้าทำลายแมลงได้ที่อุณหภูมิ 35 °ซ. ขณะที่ *S. siamkayai* ยังคงประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลงและมีแนวโน้มที่เพิ่มสูง ทั้งนี้ต้องได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ของ *S. siamkayai* ต่อไป

ระดับความรุนแรงของไส้เดือนฝอยหรือความสามารถในการทำให้แมลงศัตรูนั้นๆ เกิดโรคและตาย (LC_{50}) ของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* กับหนอนกระทู้ผักอายุวัย 3 น้ำหนัก 4 มิลลิกรัม มีค่าต่ำกว่าหนอนกระทู้ผักวัย 3 น้ำหนัก 8 มิลลิกรัม ขณะที่ค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอย *S. siamkayai* กับหนอนใยผักวัย 3 สูงกว่า *S. carpocapsae* และ *S. riobrave* จะเห็นว่าอัตราความหนาแน่นของไส้เดือนฝอยที่สามารถทำให้แมลงทดสอบตาย50% (LC_{50}) มีความแตกต่างกันตามชนิดของไส้เดือนฝอย ค่า LC_{50} ที่ต่ำกว่าแสดงถึงความสามารถในการทำให้เกิดโรคและทำให้แมลงศัตรูนั้นๆ ตายได้ดีกว่าค่า LC_{50} ที่สูง ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ชนิดหรือสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยให้เหมาะสมกับแมลงศัตรูนั้นๆ ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนางสาวประยูร จันทร์นาม นักวิชาการเกษตร ที่ทำหน้าที่ช่วยเหลืองานวิจัยตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

วัชรี สมสุข. 2540. หนอนกินรังผึ้ง *Galleria mellonella*. ว. กีฏ. สัตว.19(2): 107-109.

วัชรี สมสุข. 2544. เทคนิคในการค้นหาไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงจากดินในธรรมชาติ. ว. กีฏ. สัตว. 23(3): 205-207.

วัชรี สมสุข และ พิมลพร นันทะ. 2535ก. การผลิตไส้เดือนฝอยปราบแมลงศัตรูพืชด้วยอาหารเทียม. ว. กษ. 10: 14.

วัชรี สมสุข และ พิมลพร นันทะ. 2535ข. เทคนิคใหม่ในการผลิตขยายไส้เดือนฝอยเป็นปริมาณมาก. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 123-134.

วัชรี สมสุข และ สุทธิชัย สมสุข. 2544. ผลงานวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในระดับการค้า ในรายงานผลงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ จัดพิมพ์โดย กรมวิชาการเกษตร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 172 หน้า.

วัชรี สมสุข พิมลพร นันทะ และ อเนก บุตรรักษ์. 2537. การควบคุมหนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua* ในดาวเรืองด้วยไส้เดือนฝอย. ผลงานแผ่นภาพ ในการประชุมสัมมนาทางวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ครั้งที่ 9 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 55-62.

วัชรี สมสุข วินัย รัชตปกรณ์ชัย และ พิมลพร นันทะ. 2534ก. การใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* (Weiser) ควบคุมด้วงหมัดผักในผักกาดหัว. ว. กีฏ. สัตว. 13(4): 183-188.

วัชรี สมสุข สุธน สุวรรณบุตร และ พิมลพร นันทะ. 2534ข. ศึกษาการใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* (Weiser) ในการควบคุมด้วงงวงมันเทศในสภาพธรรมชาติ. รายงานผลวิจัยประจำปี 2534 กองกีฏและสัตววิทยา. 10 หน้า.

วัชรี สมสุข อัจฉรา ตันติโชดก อุทัย เกตุนุติ. 2529. ไส้เดือนฝอยควบคุมหนอนกินใต้ผิวเปลือกไม้สกุลลางสาด. ว. กีฏ. สัตว. 8(3): 115-119.

อุทัย เกตุนุติ. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยไวรัส NPV. *ใน*: เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 141-187.

Cabanillas, H.E., G.O. Poinar and J.R. Raulston. 1994. *Steinernema riobravis* n. sp (Rhabditida: Steinernematidae) from Texas. Fundam. Appl. Nematol. 17(2): 123-131.

Chongchitmate, P. 2005. Bionomics of entomopathogenic nematode *Steinernema siamkayai* Stock, Somsook and Reid (n.sp.) and its efficacy against *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera : Noctuidae). Ph.D. Thesis, Kasetsart University

Forschler, B.T., and W. Gardner. 1991. Parasitism of *Phyllophaga hirticula* (Coleoptera: Scarabidae) by *Heterorhabditis heliothis* and *Steinernema carpocapsae*. J. Invertebr. Pathol. 58: 369-407.

Geden, C.J., R.C. Axtell, and W.M. Brooks. 1986. Susceptibility of the house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), *S. glaseri* (Steinernematidae), and *Heterorhabditis heliothidis* (Heterorhabditidae). J. Med. Entomol. 23: 326-332.

Grewal, P.S., S. Selvan and R. Gaugler. 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. J. Thermal Biology.19: 245-253.

Glazer, I. and E.E. Lewis. 2000. Bioassays for entomopathogenic nematode, pp. 229-247. *In* A. Navon and K.R.S. Ascher (eds.). Bioassays of Entomopathogenic Microbes and Nematodes. CAB International. London

Klein, M.G. 1990. Efficacy against soil inhabiting insect pests, pp. 195-214. *In* R. Gaugler and H.K. Kaya (eds.). Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton, FL: CRC Press.

Kaya, H.K. 1985. Entomopathogenic Nematodes for Insect Control in IPM Systems, pp. 283-302. *In* M.A. Hoy and D.C. Herzog (eds.). Biological control in agricultural IPM systems. Orlando, FL., Academic Press.

Poinar, G.O. Jr. 1979. Nematodes for Biological Control of Insects. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 277 pp.

Poinar, G.O. Jr. and G.M. Thomas. 1966. Significance of *Achromobacter nematophilus* Poinar and Thomas (Achromobacteriaceae: Eubacteriales) in the development of the nematode DD-136 (*Neoaplectana sp. Steinernematidae*). Parasitology. 56: 385-390.

Sasnarukkit, A. 2003. Efficacy of an Entomopathogenic Nematode, *Steinernema siamkayai* Stock, Somsook and Reid on Controlling Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus). Ph.D. Thesis, Kasetsart University.

Stock, S.P., V. Somsook and A.P. Reid. 1998. *Steinernema siamkayai* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), an entomopathogenic nematode from Thailand. Syst. Parasitol. 41:105-113.

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกินรังผึ้ง (*Galleria mellonella*) ด้วย *Steinernema siamkayai* ประชากรต่างๆ ที่อุณหภูมิ 25 °ซ. ภายใน 48 ชั่วโมง

ประชากรที่	เปอร์เซ็นต์การตาย (x±SD) [1/]	พิสัย
1	90.00 ± 8.16	80-100
2	82.85 ± 12.53	60-100
3	80.00 ± 18.25	50-100
4	78.57 ± 8.99	60-90
5	52.85 ± 17.99	30-80
6	48.57 ± 18.64	30-70
7	52.85 ± 16.03	40-80

[1/]ตัวเลขที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจาก 7 ซ้ำ

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกินรังผึ้ง (*Galleria mellonella),* จำนวนไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* ที่พบและการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้ เพศเมีย เมื่อใช้ไส้เดือนฝอยอัตรา 100 ตัว/หนอน 1 ตัว ที่ อุณหภูมิ 30 °ซ. ภายใน 48 ชั่วโมง

ประชากรที่	เปอร์เซ็นต์การตาย	จำนวนไส้เดือนฝอยที่พบ ($\bar{x}$±SD)[2/]		จำนวนไส้เดือนฝอยตัวเต็มวัย (ตัว/หนอน1ตัว)		
	($\bar{x}$ ± SD)[1/]	% การเข้าทำลาย	พิสัย	เพศผู้ (M)	เพศเมีย (F)	สัดส่วน (M:F)
1	75.00 ±0	7.50±2.39	(2-11)	27± 25.00	48±1.88	1:1.7
2	37.50 ±10.75	4.10±2.23	(1-8)	11±14.54	30±1.82	1:2.7
3	45.83 ±15.95	2.20±1.39	(1-5)	5±16.96	17±1.69	1:3.4

[1/]ตัวเลขที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ (ถาด) ๆ 24 หลุม

[2/]ตัวเลขที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจาก 10 ซ้ำ

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกินรังผึ้ง (*Galleria mellonella*) ด้วยไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai, Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* อัตรา 100 ตัว/หนอน 1 ตัว ภายในเวลา 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิระดับต่างๆ

อุณหภูมิ (°ซ.)	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนด้วยไส้เดือนฝอย (B)			B-mean
(A)	*S. siamkayai*	*S. riobrave*	*S. carpocapsae*	
15	0 b[1/] B[2/]	0 b B	62.49 b A	20.80
20	27.77 a B	76.38 a A	93.05 a A	65.69
25	48.58 a B	97.22 a A	100 a A	81.92
30	47.21 a B	100 a A	100 a A	82.40
35	23.60 ab B	76.38 a A	0 c B	33.29
A-mean	29.42	69.96	71.08	

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) วัย 3 ด้วยไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai, Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* อัตรา 50 ตัว/หนอน 1 ตัว ภายในเวลา 72 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°ซ.)	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกระทู้ผักด้วยไส้เดือนฝอย (B)			B-mean
(A)	*S. siamkayai*	*S. riobrave*	*S. carpocapsae*	
20	13.33 b[1/] c[2/]	13.33 c C	58.33 b B	28.33
25	61.67 a B	96.67 a A	100 a A	83.88
30	51.66 a B	100 a A	98.33 a A	83.33
35	15.00 b C	61.67 b B	0 c C	25.56
A-mean	35.41	66.25	64.16	

[1/] ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

[2/] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* กับหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* วัย 3 น้ำหนัก 4 และ 8 มิลลิกรัม ภายในเวลา 72 ชั่วโมง

น้ำหนักหนอน (มก)	LC_{50} [1/]	Slope ± SE	R^2
4	37.7 (26.9-50)	1.1 ± 0.3	0.9104
8	61.1 (47.9-79.6)	1.6 ± 0.2	0.9738

[1/] ค่า LC_{50}: median lethal concentration คือ จำนวนไส้เดือนฝอยที่ทำให้หนอนกินรังผึ้งตาย 50%

ตารางที่ 6 ค่า LC_{50} ของไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* *Steinernema riobrave* และ *Steinernema carpocapsae* กับหนอนใยผัก ภายในเวลา 48 ชั่วโมง

ไส้เดือนฝอย	LC_{50} [1/]	Slope ± SE	R^2
Steinernema siamkayai	75.19	0.75+0.35	0.986
Steinernema riobrave	1.73	1.09+0.51	1.00
Steinernema carpocapsae	3.49	1.00+0.41	0.982