

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์
2. โครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ
 - กิจกรรมที่ 1 : การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ไร และสัตว์ศัตรูพืช
 - กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : ระบุชื่อกิจกรรมย่อยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema riobrave* ควบคุมด้วงหมัดผัก *Phyllotreta sinuata* (Stephens) ในค่น้ำ
 - ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : ระบุชื่อการทดลองตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ
4. คณะผู้ดำเนินงาน
 - หัวหน้าการทดลอง : วิไลวรรณ เวชยันต์
 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ
 กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
 - ผู้ร่วมงาน : สาทิพย์ มาลี
 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ
 กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
5. บทคัดย่อ : การทดสอบประสิทธิภาพไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema riobrave* ควบคุมด้วงหมัดผัก *Phyllotreta sinuata* (Stephens) ในค่น้ำ ดำเนินการทดลอง ในแปลงเกษตรกร อำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างเดือนมกราคม 2558 – เมษายน 2559 และ ธันวาคม 2560 – มีนาคม 2561 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ระบาดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และระบาดไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 2 ระบาดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และระบาดไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 3 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 4 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน และ กรรมวิธีที่ 5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร) ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีระบาดหรือพ่นไส้เดือน

ฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร ทุก 7 วัน เมื่อพืชอายุ 5 วัน หรือเมื่อพืชอายุ 20 วัน มีน้ำหนักผลผลิตค่าน้ำมากกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบ

ศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. riobrave* เมื่อถูกกระตุ้นด้วยความร้อน เพื่อคัดเลือกและพัฒนาไส้เดือนฝอยที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน ด้วยการกระตุ้นด้วยความร้อน พบว่า สามารถคัดเลือกไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ได้ ไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน (Heat shock treatment) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเท่ากับ 13-58 ประสิทธิภาพทำให้หนอนกินรังผึ้งตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 75-96.67 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผลิตไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงได้เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.05×10^5 และ 8.4×10^4 ตัว ต่อหนอนกินรังผึ้ง 1 ตัว และ ไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการ heat shock treatment มีการขยายพันธุ์ในหนอนกินรังผึ้งได้ 1.12×10^5 ถึง 1.92×10^5 IJs ต่อหนอน 1 ตัว

6. คำนำ : ค่น้ำเป็นพืชผักที่ยังคงความนิยมในการบริโภคมากเป็นอันดับต้นๆ อุดมไป

ด้วยวิตามินและสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย หาซื้อง่ายราคาไม่แพง ปลูกได้ทั่วไป เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งปี ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ต่อเนื่องมีการปลูกเพื่อบริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ การปลูกค่น้ำจำเป็นต้องพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชสม่ำเสมอโดยเฉพาะสารฆ่าแมลง ทั้งนี้เพราะค่น้ำมีแมลงศัตรูสำคัญหลายชนิด เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้ หนอนเจาะยอด และ ตัวงมหัดผักแถบลาย *Phyllotreta flexuosa* (Illiger) = *Phyllotreta sinuata* , Stephens) แมลงชนิดนี้ชอบทำลายผักในตระกูลกะหล่ำ เช่น กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปม ผักค่น้ำ ผักกวางตุ้ง ผักกาดเขียวปลี และผักกาดหัว ระยะกล้าของผักที่มีอายุตั้งแต่ปลูกถึง 1 เดือนเป็นระยะที่สำคัญหากถูกทำลายจะ ทำให้ผักมีผลผลิตลดลงไม่สามารถส่งขายตลาดได้ หนอนที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะกัดกินรากของผักหรืออาจซ่อนไข่เข้าไปกินอยู่บริเวณโคนต้นและทะกินบริเวณผิวของราก ทำให้พืชมีอาการเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด ตัวเต็มวัยเข้าทำลายพืชผักทำให้เกิดความเสียหายมากมายโดยการกัดกินผิวใบจนทำให้ใบมีลักษณะเป็นรูพรุนทั่วทั้งใบ รวมทั้งกัดกินผิวลำต้น และกลีบดอก แมลงพวกนี้มักมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ตัวเต็มวัยค่อนข้างว่องไวเมื่อถูกรบกวนจะกระโดดและสามารถบินได้ไกล การป้องกันกำจัดทำได้ยาก แม้การใช้สารเคมี (จอมสุรางค์ และคณะ, 2550; วินัย, 2533) บางครั้งการระบาดเกิดขึ้นรวดเร็วและก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรงจนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ เกษตรกรจึงจำเป็นต้องใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตลอดฤดูปลูกในอัตราสูงและบ่อยครั้ง ทำให้แมลงเกิดความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงที่ใช้ติดต่อกัน แนวทางในการลดปัญหานี้โดยการใช้การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี เช่น การใช้จุลินทรีย์ ได้แก่ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* , *S. riobrave* ซึ่งเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

ที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิดโดยเฉพาะแมลงที่อาศัยในดินหรือที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม (Cabanillas et al., 1994; Klein, 1990) และมีรายงานการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ควบคุมด้วงหมัดผักในผักกาดหัว โดยใช้ไส้เดือนฝอย อัตรา 320 ล้านตัว/น้ำ 160 ลิตร ในพื้นที่ 1 ไร่ พนหรือ ราวลงดินในเวลาเย็นหลังการรดน้ำแปลง เมื่อผักอายุได้ 0 10 20 และ 30 วัน หลังหว่านเมล็ด (วัชร และ คณะ, 2534) การทดลองนี้เพื่อศึกษาวิธีการใช้ไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ควบคุมด้วงหมัดผัก และคัดเลือกไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ให้ทนต่ออุณหภูมิสูง

7. วิธีดำเนินการ :

อุปกรณ์

1. ไส้เดือนฝอย *S. riobrave* วัย 3 ระยะเข้าทำลายแมลง (IJ)
2. ด้วงหมัดผัก
3. อุปกรณ์เครื่องมือ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์
4. อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ ปีกเกอร์ กระบอกตวง จานเลี้ยงเชื้อ
6. สารเคมี ได้แก่ ฟอรัมาลีน
7. ถุงพลาสติก ขนาด 4x6 นิ้ว

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีการใช้ไส้เดือนฝอย *S. riobrave* การควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้า

- 1.1 แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ จำนวน 5 กรรมวิธี ดังนี้
กรรมวิธีที่ 1 ราวไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และราวไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 2 ราวไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และราวไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 3 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 4 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน
กรรมวิธีที่ 5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงค่น้ำ ขนาดแปลงย่อย 2x5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร หวานเมล็ดอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ ไร่ได้เดือนฝอยตามกรรมวิธีด้วยบัวรดน้ำ และพ่นไล่เดือนฝอยตามกรรมวิธี ด้วยเครื่องพ่นสะพายหลังชนิดแรงดันน้ำสูง มีอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ ตรวจนับจำนวนตัวเต็มวัยด้วงหมัด ผักทุก 7 วัน ก่อนและหลังปฏิบัติตามกรรมวิธี

การบันทึกข้อมูล

- จำนวนตัวเต็มวัยด้วงหมัดผัก โดยสุ่มจากต้นค่น้ำจำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย
- ผลผลิตในแต่ละวิธีการ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตจากพื้นที่ 1 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย
- น้ำหนักผลผลิตที่มีคุณภาพจำหน่ายได้ (marketable yield) ในแต่ละแปลงย่อย

การวิเคราะห์ข้อมูล : ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบด้วยวิธีการทางสถิติและสรุปผล

สถานที่ดำเนินการทดลอง (ทำ 2 แปลงทดลอง) ใน

- แหล่งปลูกผักเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี หรือราชบุรี หรือนครปฐม หรือปทุมธานี

การทดลองที่ 2. ศึกษาประสิทธิภาพของไล่เดือนฝอย *S. riobrave* เมื่อถูกกระตุ้นด้วยความร้อน (Heat Shock treatment)

เนื่องจาก ไล่เดือนฝอยเป็นชีวภัณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ซึ่งปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่เป็นข้อจำกัดของการใช้ คือสภาพอากาศที่มีความแปรปรวน โดยเฉพาะอุณหภูมิที่มีผลต่อการมีชีวิตรอด ประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลง การพัฒนาและการขยายพันธุ์ของไล่เดือนฝอย ในการทดลองครั้งนี้มีสมมติฐานคือ หากไล่เดือนฝอยรอดชีวิตได้มากในสภาพอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเป็นการส่งเสริมให้ไล่เดือนฝอยสามารถเข้าทำลายแมลงได้ และมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงได้มากขึ้น ด้วยการกระตุ้นด้วยความร้อน (Heat shock treatment) ซึ่งไล่เดือนฝอย *S. riobrave* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในแถบร้อน อาจพัฒนาและปรับตัวให้มีความสามารถทนและมีชีวิตรอดในสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนได้ดี

วิธีปฏิบัติการทดลอง:

1. เตรียมไล่เดือนฝอย *S. riobrave* ระยะเข้าทำลายแมลง อัตรา 5,000 ต่อ 1 มล ในสารละลาย Ringer ใส่ขวด flask ขนาด 100 มล. จำนวน 4 ชุด (ขวด) นำไปผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน (heat shock treatment) ตามวิธีการของ Selvan et al (1996) โดยแช่ขวด flask ในน้ำที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 40 °ซ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปแช่ที่อุณหภูมิ 35 °ซ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 25 °ซ เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 40 °ซ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำไล่เดือนฝอยเก็บที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในสภาพมืดนาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำไล่เดือนฝอยไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

2. ทดสอบการเข้าทำลายแมลงของไส้เดือนฝอย *S. riobrave* โดยวิธี Soil bioassay ตามวิธีการ ของ Glazer et al. (2000) ทำการทดลองในถาดหลุม (ขนาด 24 หลุมต่อถาด) รองก้นด้วยทราย หยอดไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน อัตราความเข้มข้น 50 และ 100 ตัว จากนั้นใส่หนอนกิ้งรังผึ้ง 1 ตัวต่อหลุม ทำกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ถาด) เก็บถาดหลุมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การบันทึกข้อมูล ตรวจสอบจำนวนหนอนตายที่เวลา 48 ชั่วโมง หนอนที่ตายส่วนที่ 1 นำไปตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ผ่านเข้าสู่ตัวแมลงสำเร็จและพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศผู้ หนอนส่วนที่เหลือนำไป trap ในกล่องขึ้นเพื่อตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่สามารถขยายปริมาณได้ด้วยหนอนกิ้งรังผึ้ง

3. ทดสอบการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการ heat shock treatment

นำไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยหนอนกิ้งรังผึ้ง ด้วยวิธีการ paper bioassay ติดต่อกันจำนวน 3 รุ่น บันทึกจำนวนไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงที่ผลิตได้ในแต่ละรุ่น

เวลาและสถานที่

เวลา : เดือนตุลาคม 2559 – เดือนกันยายน 2562

สถานที่ : อ. ท่าวุ้ง จ. กาญจนบุรี และห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ปี 2559 ได้ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกผัก ที่อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2558-เมษายน 2559 แต่ไม่สามารถดำเนินการทดลองจนครบระยะเวลา เนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ สภาวะโลกร้อน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ควันแคระแกรน ไม่สามารถดำเนินการทดลองได้ จึงปลูกซ้ำในเดือนมีนาคม 2559 แต่ประสบปัญหาการระบาดของโรคในแปลงทดลอง อากาศที่ร้อนจัด ผักแคระแกรน (ภาพที่ 1) ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ และไม่สามารถดำเนินการทดลองซ้ำได้ เนื่องจากงบประมาณไม่พอสำหรับทำการทดลอง ในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง (มกราคม- เมษายน 2559) สภาพอากาศมีความแปรปรวนสูง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ทำให้อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส ซึ่งมีผลกระทบต่อเจริญของพืชปลูกแคระแกรนเนื่องจากกระทบอากาศที่ร้อนจัด และมีโรคระบาดทำให้ไม่สามารถทำการทดลองได้ตามแผนที่วางไว้ และวางแผนทดลองซ้ำ (มิถุนายน- กันยายน) แต่เนื่องจากงบประมาณที่มีจำกัดทำให้ไม่สามารถทดลองซ้ำในปี 2559 ได้

ปี 2560 ดำเนินการทดลองทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ในการควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้า ที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม 2559 – มีนาคม 2560 จากผลการทดลอง พบการระบาดของด้วงหมัดผักลงทำลายพืชปลูกตั้งแต่เริ่มงอก (ยังไม่มีใบจริง) พบการระบาดของแมลงอย่างต่อเนื่อง ก่อนพ่นสาร พบ จำนวนตัวเต็มวัยด้วงหมัดผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1-2 ตัวต่อ 10 ต้น และดำเนินการทดลองพ่นสารเมื่อมีจำนวนด้วงหมัดผักเฉลี่ย 1-3 ตัว หลังพ่นสารครั้งที่ 1 กรรมวิธีที่ 1 ไรดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรดทุก 7 วัน, กรรมวิธีที่ 2 ไรดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรดทุก 7 วัน, กรรมวิธีที่ 3 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรดทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 4 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรดทุก 7 วัน และกรรมวิธีที่ 5 ไม่พ่นสาร (ควบคุม) พบจำนวนด้วงหมัดผักเฉลี่ย 1,1,2,1, และ 2 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 1) ระหว่างการทดลองพบการเข้าทำลายของหนอนใยผัก และหนอนเจาะยอด จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดหนอนเจาะยอดและหนอนใยผัก โดยดำเนินการพ่น Bt ตามอัตราแนะนำ หลังพ่นสารจำนวน 1 ครั้งพบว่าจำนวนหนอนเจาะยอดและจำนวนหนอนใยผักลดลง ตามลำดับ และได้ดำเนินการทดลองตามกรรมวิธี พบว่า หลังพ่นสารตามกรรมวิธีครั้งที่ 2 พบด้วงหมัดผักเฉลี่ย 1, 0.5, 1, 1, และ 2 ตัว หลังสิ้นสุดการทดลอง เก็บผลผลิตคะน้าเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพตลาด (Marketable Yield) พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ไรดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรดไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 2 ไรดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรดไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 3 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 4 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และพ่นไส้เดือนฝอยทุก 7 วัน และ กรรมวิธีที่ 5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร) มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 2.60, 2.72, 2.87, 2.60 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 2) และกรรมวิธีไรดหรือพ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และเมื่อพืชอายุ 20 วัน มีน้ำหนักผลผลิตคะน้ามากกว่า กรรมวิธีเปรียบเทียบ ซึ่งมีน้ำหนักผลผลิตเพียง และ 1.77 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ปี 2561 ได้ทำการทดลองทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ในการควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้า ที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ในช่วงระหว่างเดือนธันวาคม 2560 – มีนาคม 2561

ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกรในพื้นที่ อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี โดยเตรียมแปลงขนาดแปลงย่อย 2x5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 1 เมตร หว่านเมล็ดอัตรา 2 กิโลกรัมต่อไร่ พืชงอก หลังหว่านเมล็ด 5 วัน จึงเริ่มดำเนินการใช้ไส้เดือนฝอย *S. riobrave* ตามกรรมวิธี ที่ 1 ไรดไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มล. และ กรรมวิธีที่ 4 พ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มล. ตามกรรมวิธีด้วยเครื่องพ่นสับโยกสะพายหลัง ก่อนปฏิบัติตามกรรมวิธี สำรวจแมลงและตรวจนับจำนวนแมลง พบว่าจำนวนตัวเต็มวัยด้วงหมัดผักยังมีไม่มาก แต่ต้องเฝ้าระวังเนื่องจากด้วงหมัดผักตัวเต็มวัยมีการเคลื่อนย้ายจากภายนอกเข้าสู่แปลงทดลองได้ (พื้นที่ใกล้แปลงทดลอง ปลูกผักกาดเขียวปลี) ตรวจนับแมลงหลังพืชงอกทุกสัปดาห์ก่อนปฏิบัติตามกรรมวิธี พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 หลังพืชงอก พบรอยทำลายของด้วงหมัดผักลงทำลายพืชปลูก แต่จำนวนตัวเต็มวัย

ที่นับได้ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี สัปดาห์ที่ 3 หลังพืชงอกยังพบการระบาดของแมลงอย่างต่อเนื่อง (ตาราง 3) ได้เริ่มปฏิบัติตามกรรมวิธีที่ 2 และ 4 แปลงย่อยบางกรรมวิธี พบความเสียหายจากโรคพืช และได้ติดต่อสอบถามจากผู้ปฏิบัติด้านโรคพืช ช่วยวินิจฉัย พบว่าโรคผักสาเหตุจากแบคทีเรีย จึงแนะนำให้พ่นการกำจัดโรคจากเชื้อสาเหตุแบคทีเรีย ขณะเดียวกันยังคงดำเนินการตามแผน ในสัปดาห์ที่ 5 ยังพบโรคพืชกระจายไปทั่วแปลงทดสอบ (ในพื้นที่ของเกษตรกรมีการระบาดของโรคใบจุด ซึ่งใช้สารกำจัดโรคพืชตามคำแนะนำแต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมอื้ออานวยให้โรครบาดทั่วแปลง) กำจัดโรคพืช ยังดำเนินการพ่นสารตามกรรมวิธี สัปดาห์ที่ 6 การพ่นสารกำจัดโรคพืชไม่สามารถควบคุมการระบาดของโรคได้ (ภาพที่ 2) ทำให้ต้องเก็บผลผลิตค่น้ำก่อนกำหนด จึงทำการเก็บผลผลิตค่น้ำ แยกตามกรรมวิธี ชั่งน้ำหนักผลผลิต เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตค่น้ำ พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ไร่ได้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไร่ได้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 2 ไร่ได้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไร่ได้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 3 พ่นได้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และพ่นได้เดือนฝอยทุก 7 วัน กรรมวิธีที่ 4 พ่นได้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และมีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 2.70, 2.60, 2.60, 2.70 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตาราง 4) และกรรมวิธีไร่หรือพ่นได้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และเมื่อพืชอายุ 20 วัน มีน้ำหนักผลผลิตค่น้ำมากกว่า กรรมวิธีเปรียบเทียบ ซึ่งมีน้ำหนักผลผลิตเพียง และ 1.70 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เช่นเดียวกับรายงานของวิไลวรรณ และคณะ 2555)

ปี 2562 เนื่องจาก ไล่เดือนฝอยเป็นชีวภัณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ซึ่งปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่เป็นข้อจำกัดของการใช้ คือสภาพอากาศที่แปรปรวนรุนแรง โดยเฉพาะอุณหภูมิที่มีผลต่อการมีชีวิตรอด การตาย ประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลง การพัฒนาและการขยายพันธุ์ของไล่เดือนฝอย (Selvan et al, 1996) สมมติฐานของการทดลองครั้งนี้ เพื่อคัดเลือกไล่เดือนฝอย *S. riobravae* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน สามารถดำรงชีวิตให้รอดได้มาก ในสภาพอุณหภูมิประเทศไทยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้ไล่เดือนฝอยสามารถเข้าทำลายแมลงได้ และมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงได้มากขึ้นด้วยการใช้ความร้อนเป็นตัวกระตุ้น (Heat shock treatment) ได้ดำเนินการนำไล่เดือนฝอย *S. riobrave* ระยะเข้าทำลายแมลง จำนวน 4 ชุด ชุดละ 500,000 ตัว ไปผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน (Heat Shock treatment) ตามวิธีการของ Selvan et al (1996) และนำมานับจำนวนไล่เดือนฝอยที่รอดชีวิต และที่ตาย พบว่า เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของไล่เดือนฝอย *S. riobrave* เท่ากับ 13-58 % (ตารางที่ 5) จากนั้นได้นำไล่เดือนฝอยที่รอดชีวิตไปทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายแมลง ตามวิธีการของ Glazer et al. (2000) ด้วยวิธี Soil bioassay ในถาดหลุม (ขนาด 24 หลุมต่อถาด) หยดไล่เดือนฝอยอัตราเข้มข้น 50 และ 100 IJs/หลุม ใส่ลงบนทรายในถาดหลุม จากนั้นใส่หนอนกินรังผึ้ง 1 ตัวต่อหลุม ทำกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ (ถาด) ก่อนนำถาดหลุมเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกจำนวนหนอนกินรังผึ้งที่ตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง หนอนที่ตายแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่ 1 นำไปตรวจนับจำนวนไล่เดือนฝอยที่สามารถผ่านเข้าสู่ตัวแมลงและพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย ส่วนที่ 2 นำไปเรียงในกล่องขึ้นเพื่อล่อให้ไล่เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงออกจากซากหนอน เพื่อดูความสามารถในการขยายพันธุ์ของไล่เดือนฝอย

พบว่า ที่อัตราความเข้มข้นของไส้เดือนฝอยเท่ากับ 50 IJs มีประสิทธิภาพทำให้หนอนกินรังผึ้งตายภายในเวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 75-91.67 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้น 100 IJs พบหนอนตายเพิ่มขึ้นเท่ากับ 85-96.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) เมื่อนำหนอนที่ตายมาผ่าซากเพื่อนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่พบในหนอนกินรังผึ้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ภายหลังไส้เดือนฝอยผ่านเข้าสู่ตัวแมลงสำเร็จมีการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้ เท่ากับ 9-13 ตัว พัฒนาเป็นเพศเมีย 36-40 เท่ากับ และที่อัตรา 100 IJs พัฒนาเป็นไส้เดือนฝอยตัวเต็มวัยเพศผู้ เท่ากับ 18-45 ตัว พัฒนาเป็นเพศเมีย 50-70 เท่ากับ (ตารางที่ 7)

การขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยด้วยหนอนกินรังผึ้ง พบว่า สามารถผลิตไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงได้เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.05×10^5 และ 8.4×10^4 ตัว ต่อหนอนกินรังผึ้ง 1 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ทดสอบการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการ heat shock treatment ทั้ง 4 ชุด โดยนำไส้เดือนฝอยไปเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยหนอนกินรังผึ้ง ติดต่อกันจำนวน 3 รุ่น ดำเนินการทดลองโดย เตรียมไส้เดือนฝอยแต่ละชุด ให้มีอัตราความหนาแน่น 2,000 ตัว ต่อน้ำ 0.4 มล. หยดลงบนกระดาษกรองในงานทดลองพลาสติก 48 ชั่วโมง หนอนที่ตายจะนำมาวางเรียงบนตะแกรงลวดในกล่องขึ้นเพื่อล่อไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงที่เคลื่อนตัวจากซากหนอนลงสู่น้ำ เทเก็บล้างให้สะอาดด้วยน้ำ formalin 0.1% นับ บันทึกจำนวนไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลงที่ผลิตขยายได้ในแต่ละรุ่น ทำแบบนี้ติดต่อกัน 3 รุ่น พบว่า ไส้เดือนฝอยที่ผ่านกระบวนการ heat shock treatment มีการขยายพันธุ์ในหนอนกินรังผึ้งได้ 1.12×10^5 ถึง 1.92×10^5 IJs ต่อหนอน 1 ตัว (ตารางที่ 9)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1. วิธีการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema riobrave* ควบคุมด้วงหมัดผัก *Phyllotreta sinuata* (Stephens) ในคะน้า ด้วยวิธีการรดหรือพ่นไส้เดือนฝอย *S. riobrave* อัตรา 2,000 ตัวต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร ทุก 7 วัน เมื่อพืชอายุ 5 วัน และเมื่อพืชอายุ 20 วัน ได้คะน้าที่มีผลผลิตมากกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบ
2. ไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* ที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อน (Heat shock treatment) สามารถมีชีวิตรอดได้ดี คงประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลง และมีการขยายพันธุ์ในหนอนกินรังผึ้ง

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : ให้ระบุผลงานที่สิ้นสุด ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร พัฒนาต่อหรือถ่ายทอด หรือเผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์กับกลุ่มเป้าหมาย (ระบุเป็นข้อๆ)

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ช่วยเหลือให้ งานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี แต่มีได้เป็นผู้ร่วมปฏิบัติงานด้วย

12. เอกสารอ้างอิง

- จอมสุรางค์ ดวงสนธิ วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธ์ และจิราพร ตยติวุตติกุล. 2550. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของด้วงหมัดผักแถบลายในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วิทยาศาสตร์กำแพงแสน. 5 (1): 20-29.
- วินัย รัชตปภรณ์ชัย. 2533. การป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว วารสารกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการ เกษตร 12: 4-10.
- วัชรีย์ สมสุข วินัย รัชตปภรณ์ชัย พิมลพร นันทะ. 2534. การใช้ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* ควบคุมด้วงหมัดผักในผักกาดหัว วารสารกีฏและสัตววิทยา. 13: 183 – 188.
- วิไลวรรณ เวชยันต์ สาทิพย์ มาลี อิศเรส เทียนทัต สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี. ทดสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ควบคุมด้วงหมัดผักในคะน้า. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 561-565.
- Cabanillas, H.E., G.O. Jr. Poinar and J.R. Raulston. 1994. *Steinernema riobravis* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) from Texas. Fundam. Appl. Nematol. 17:123-131.
- Klein, Michael. G., 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pest. , pp. 195-210. In: Gaugler, R.A., and Kaya, H.K. (eds.) Entomopathogenic Nematodes in Biological control. Boca Raton, Florida CRC Press.
- 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

13. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยจำนวนด้วงหมัดผักในคะน้า ก่อนและหลังการปฏิบัติตามกรรมวิธี ที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (ธันวาคม 2559 – มีนาคม 2560)

กรรมวิธี	จำนวนด้วงหมัดผักเฉลี่ย (ตัว/ต้น)		
	ก่อนพ่นสาร	หลังพ่นสาร (ครั้งที่)	
		1	2
1. ไรด <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรดทุก 7 วัน	2	1	1
2. ไรด <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วันและไรดทุก 7 วัน	2	1	0.5
3. ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	2	2	1
4. ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วันและฟ่นทุก 7 วัน	1	1	1
5. ควบคุม (ไม่พ่นสาร)	3	2	2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพตลาด (Marketable Yield) ที่อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (ธันวาคม 2559 – มีนาคม 2560)

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
1 ไรด <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรดทุก 7 วัน	2.60
2 ไรด <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรดทุก 7 วัน	2.72
3 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	2.87
4 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	2.60
5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร)	1.77

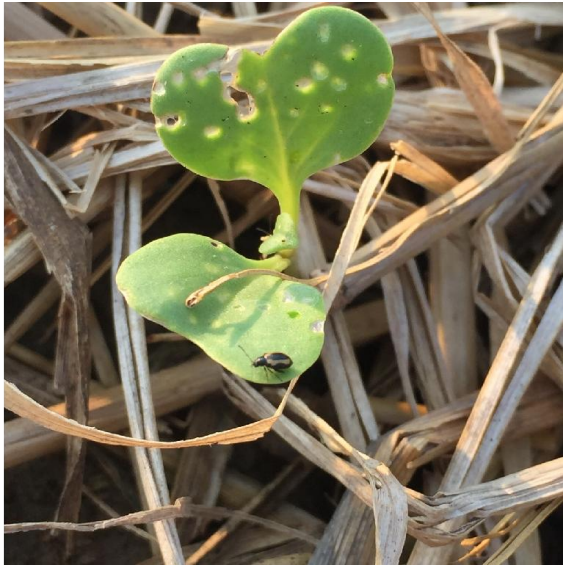
ตารางที่ 3 จำนวนด้วงหมัดผักในคละน้ำ ปี 2561 ที่ อ. ท่าวุ้ง จ. กาญจนบุรี

กรรมวิธี	จำนวนตัวเต็มวัยด้วงหมัด (ตัวต่อต้น)			
	ครั้งที่ 1*	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1 ไรต <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรตทุก 7 วัน	11	14	42	28
2 ไรต <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรตทุก 7 วัน	12	11	36	34
3 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	8	33	31	30
4 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	10	37	39	43
5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร)	11	37	36	22

*นับจำนวนแมลงก่อนปฏิบัติตามกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตคละน้ำ ที่อำเภอท่าวุ้ง จังหวัดกาญจนบุรี (ธันวาคม 2560 – มีนาคม 2561)

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ตารางเมตร)
1 ไรต <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และไรตทุก 7 วัน	2.70
2 ไรต <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และไรตทุก 7 วัน	2.60
3 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 5 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	2.60
4 ฟ่น <i>S. riobrave</i> อัตรา 2,000 ตัว/น้ำ 1 มิลลิลิตร เมื่อพืชอายุ 20 วัน และฟ่นทุก 7 วัน	2.70
5 ควบคุม (ไม่พ่นสาร)	1.70



ภาพที่ 1 แสดงรอยทำลายจากด้วงหมัดผักและโรคพืชที่ลงทำลายคะน้าในแปลงทดลอง อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี

ก คะน้าที่ถูกด้วงหมัดผักลงทำลาย 8 มีนาคม 2559

ข โรคพืชที่พบในคะน้า 18 เมษายน 2559



ภาพที่ 2 แสดงความเสียหายจากโรคระบาดในแปลงคะน้า อ. ท่าม่วง จ. กาญจนบุรี (มีนาคม 2561)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave*

ไส้เดือนฝอยชุดที่	จำนวนไส้เดือนฝอย <i>Steinernema riobrave</i> (%)	
	รอดชีวิต	ตาย
1	32	68
2	32	68
3	13	87
4	58	42

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกินรังผึ้ง *Galleria mellonella* ด้วยไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* ภายในเวลา 48 ชั่วโมง

ไส้เดือนฝอยชุดที่	เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนกินรังผึ้ง <i>G. mellonella</i> ด้วย <i>S. riobrave</i> ที่อัตรา	
	50 IJs	100 IJs
1	85.00	91.67
2	81.67	93.33
3	91.67	96.67
4	75.00	85.00

ตารางที่ 7 การพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยเพศผู้เพศเมียของไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* ในหนอนกินรังผึ้ง *G. mellonella*

ไส้เดือนฝอยชุดที่	จำนวนไส้เดือนฝอย <i>Steinernema riobrave</i> ที่พัฒนาเป็นตัวเต็มวัยที่			
	อัตรา 50 IJs		อัตรา 100 IJs	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
1	9-12	36-40	40-42	48-54
2	9-13	36-38	32-38	48-62
3	10-12	36-40	18-45	50-70
4	10-13	36-39	38-40	50-56

ตารางที่ 8 จำนวนไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* ที่ผลิตขยายได้จากหนอนกิ้งมิ่ง

ไส้เดือนฝอย ชุดที่	จำนวนไส้เดือนฝอย <i>Steinernema riobrave</i> ระยะเข้าทำลายแมลง	
	50 IJs	100 IJs
1	1.41×10^4	2.51×10^4
2	9.87×10^4	1.05×10^4
3	1.05×10^5	7.8×10^4
4	5.87×10^4	8.4×10^4

ตารางที่ 9 จำนวนไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* ระยะเข้าทำลายแมลง ที่ผลิตได้ในแต่ละรุ่น (เลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วยหนอนกิ้งมิ่ง ติดต่อกันจำนวน 3 รุ่น)

ไส้เดือนฝอย ชุดที่	จำนวนไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลง <i>Steinernema riobrave</i> (IJs/หนอน 1 ตัว)		
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
1	1.12×10^5	1.28×10^5	1.81×10^5
2	1.54×10^5	1.72×10^5	1.62×10^5
3	1.61×10^5	1.63×10^5	1.92×10^5
4	1.43×10^5	1.49×10^5	1.51×10^5