รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ประโยชน์ของชีวภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์

2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ

กิจกรรม : การผลิตขยายและการใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง ไรและสัตว์ศัตรูพืช

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* Fabricius ในมันสำปะหลัง

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Efficacy of entomopathogenic nematodes on white grub, *Lepidiota stigma* Fabricius in Cassava

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสุวิมล วงศ์พลัง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผู้ร่วมงาน : นางสาววิไลวรรณ เวชยันต์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* Fabricius ในมันสำปะหลัง ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลองกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึง กันยายน 2562 การทดลองในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave*, *Steinernema glaseri*, *Steinernena siamkayai* และ *Steinernema minutu*m อัตรา 5×10^6 IJs/ตาราง

เมตร และกรรมวิธีควบคุม ผลการทดลองพบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* มีประสิทธิภาพในควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง วัย 3 ได้ 66.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 7 วันหลังการทดลอง มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี ทำการคัดเลือกไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพสามารถควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ได้ดีที่สุดในห้องปฏิบัติการ มาทำการทดลองในโรงเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ได้แก่ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา $5x10^6$, $5x10^7$ และ $5x10^8$ IJs/ตารางเมตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Ascend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร และกรรมวิธีควบคุม พบว่า ที่ 21 วันหลังการทดลอง ไส้เดือนฝอย *S. glaseri* อัตรา $5x10^8$ IJs/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพในควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงได้ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำกำจัดแมลง ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Ascend) ที่มีอัตราการตาย 37.50 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

Abstract

A study on the efficacy of entomopathogenic nematodes for controlling white grub, *Lepidiota stigma* Fabricius under laboratory condition at Biological Control Research Group, Entomology and Zoology Division. During October 2017 – September 2019. The experiment was designed in CRD (Completely Randomized Design) with 4 replications and 5 treatments. The selection test was carried out with 5 species, *Steinernema carpocapsae, Steinernema riobrave, Steinernema glaseri, Steinernema siamkayai* and *Steinernema minutum* were used in concentration tests $5x10^6$ IJs/m^2 and untreated in third instars of white grub, *L. stigma*. Under laboratory condition, the *S. glaseri* showed the greatest virulence to third instars of white grub, *L. stigma*. With mortality was 66.00% at 7 days after treatment significantly higher than the other treatment. The most effective entomopathogenic nematode species were further tested for their efficacy under greenhouse condition, was designed in CRD with 4 replications and 5 treatments, *S. glaseri* $5x10^6$, $5x10^7$, $5x10^8$ IJs/m^2, fipronil 5% W/V (Ascend) 0.2 ml/m^2 and untreated. The experiment result indicates that, *S. glaseri* $5x10^8$ IJs/m^2 showed 25.00% of the third instars of white grub, *L. stigma* mortality no significant difference with fipronil 5% W/V (Ascend) that caused 37.50% mortality at 21 days after treatment but significantly higher than untreated.

6. คำนำ

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta*) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า Cassava หรือ Tapioca มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ ปี 2559 ประเทศไนจีเรียมีการปลูกมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 1 ของโลก รองลงมาคือ ประเทศไทย อินโดนีเซีย และบราซิล (สุภัทร, ม.ม.ป.) มันสำปะหลังนับเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ตั้งแต่ยอดจนถึงราก แม้ประเทศไทยจะเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังเป็นอันดับ 2 ของโลก แต่กลับเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังรายใหญ่ที่สุดของโลก ปี 2561- 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 9 ล้านไร่ มีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 28 ล้านตันต่อปี (มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลัง, 2562, สุภัทร, ม.ม.ป.,) มีมูลค่าการส่งออกรวมประมาณ 79 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ปัญหาหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของเกษตรกรลดลง คือการระบาดของแมลงศัตรูพืช เช่น ปลวก ด้วงหนวดยาว และหนอนด้วง

หนอนด้วง (Scarabaeidae) เป็นแมลงกัดกินราก และเป็นศัตรูสำคัญของมันสำปะหลังในหลายทวีป ทั้งอเมริกา แอฟริกา และเอเชีย ถูกจัดให้เป็น hemi-edaphic วงจรชีวิตส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในดิน ช่วงเป็นตัวอ่อนหรือตัวหนอนอาศัยอยู่ในดิน และกัดกินหัวมันสำปะหลัง ยังไม่มีรายงานการเข้าทำลายส่วนของพืชบนผิวดินจากตัวเต็มวัย โดยทั่วไปหนอนด้วงที่พบในเขตร้อนของทวีปอเมริกา และทวีปแอฟริกาจะอยู่ในสกุล *Phyllophaga* spp. ในทวีปอินเดียและหลายประเทศในทวีปเอเชียพบสกุล *Leucopholis rorida* นอกจากนี้ยังพบ *Aserica* sp., *Holotrichia* sp. และ *Lepidiota stigma* ในทวีปเอเชียด้วย (Pardo-Locarno *et al*., 2005)

แมลงนูนหลวง, *Lepidiota stigma* Fabricius (Coleoptera: Scarabaeidae) เป็นศัตรูสำคัญชนิดหนึ่งของมันสำปะหลังที่พบในประเทศไทย ตัวหนอนจะอาศัยอยู่บริเวณใกล้ๆ รากมันสำปะหลัง กัดกินรากและส่วนที่อยู่ใต้ดิน ทำให้ต้นมันสำปะหลังเล็กและแห้ง ถ้าถอนต้นจะหลุดออกได้โดยง่าย ถ้ามีการระบาดน้อยจะมีผลต่อการสร้างหัวทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดน้อยลง ทำความเสียหายแก่พืชในระยะที่พืชยังเล็กอยู่ (สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน, ม.ป.ป.) มักระบาดในฤดูร้อน สภาพดินทรายหรือร่วนปนทราย และมีอินทรียวัตถุต่ำ (0.56% - 0.84%) และจะระบาดรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งอย่างต่อเนื่อง (ไทยรัฐออนไลน์, 2558) มักพบระบาดใน จ.ชลบุรี กำแพงเพชร ระยอง

กาญจนบุรี และราชบุรี นอกจากเป็นศัตรูที่สำคัญของมันสำปะหลังแล้ว ยังเป็นศัตรูที่สำคัญของอ้อยด้วย โดยจะเข้าทำลายอ้อยเป็นหย่อมไม่แพร่กระจายทั้งไร่ หนอนแมลงนูนหลวงกัดกินรากอ้อยเป็นอาหาร เริ่มแรกอ้อยจะมีอาการใบเหลือง แห้งตายมากกว่าปกติ และจะแห้งตายไปทั้งกอ สามารถถอนทั้งกอออกจากพื้นดินได้ง่าย กออ้อยที่ถูกหนอนของแมลงนูนเข้าทำลายเพียงหนึ่งตัวต่อกอ จะทำให้อ้อยตายไปทั้งกอได้ การป้องกันกำจัดแมลงนูนหลวงควรใช้หลายๆ วิธีร่วมกัน ได้แก่ การไถพรวนหลายครั้งๆ ก่อนปลูก เพื่อทำลายตัวหนอนและดักแด้ การจับตัวเต็มวัยก่อนการผสมพันธุ์ และการใช้สารเคมี ซึ่งควรเป็นวิธีสุดท้ายเมื่อวิธีอื่นๆ ใช้ไม่ได้ผล (ดารารัตน์ และคณะ, 2555; สุเทพ, 2559) ปัจจุบันสารกำจัดแมลงสังเคราะห์เป็นสารที่นำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน เนื่องจากการใช้สารกำจัดแมลงเพียงอย่างเดียวในปริมาณที่มากเกินไป อาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาในระยะยาว เช่น การสร้างความต้านทานของแมลงศัตรู การตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ใช้ ดังนั้น การนำไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงมาร่วมมาควบคุมประชากรของแมลงนูนหลวงจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจ แต่ทั้งนี้การใช้ไส้เดือนฝอยควบคุมแมลงศัตรูพืชให้ประสบความสำเร็จนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ทั้งชนิดและสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย อัตราการใช้ และรูปแบบการใช้ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนานำไส้เดือนฝอยไปปรับใช้ร่วมกับการป้องกันกำจัดแมลงนูนหลวงโดยวิธีผสมผสานต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ไส้เดือนฝอยระยะเข้าทำลายแมลง (Infective Juveniles: IJs) 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *S. carpocapsae, S. riobrave, S. glaseri*, *S. siamkayai* และ *S. minutum*
2. หนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3
3. กล่องพลาสติก ขนาด 7.0 x 9.5 x 5 เซนติเมตร
4. Micropipette
5. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการ

1. เลี้ยงขยายแมลงนูนหลวงในห้องปฏิบัติการ

เก็บรวบรวมหนอนแมลงนูนหลวงจากพื้นที่ระบาด จ.ราชบุรี มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยแยกเลี้ยงในกล่องพลาสติก ขนาด 7.0 x 9.5 x 5 เซนติเมตร กล่องละ 1 ตัว ด้วยดินที่เก็บมาจากพื้นที่เดียวกัน และให้ชิ้นมันสำปะหลังเป็นอาหาร

2. เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 5 สายพันธุ์

เลี้ยงขยายไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงด้วยแมลงอาศัย หนอนกินรังผึ้ง, *Galleria mellonella*

3. ศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepdiota stigma* ในห้องปฏิบัติการ

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตร.ม.

กรรมวิธีที่ 2 ไส้เดือนฝอย *Steinernema riobrave* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตร.ม.

กรรมวิธีที่ 3 ไส้เดือนฝอย *Steinernema glaseri* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตร.ม.

กรรมวิธีที่ 4 ไส้เดือนฝอย *Steinernema siamkayai* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตร.ม

กรรมวิธีที่ 5 ไส้เดือนฝอย *Steinernema minutumi* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตร.ม.

กรรมวิธีที่ 6 กรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น)

ทำการทดลองในกล่องพลาสติก ขนาด 7.0 x 9.5 x 5.0 เซนติเมตร ใส่ดินที่เก็บจากพื้นที่ที่เก็บแมลงนูนหลวง ปริมาณ 200 กรัมลงในกล่อง หยดไส้เดือนฝอยตามกรรมวิธีต่างๆ 10 มิลลิลิตร ลงบนดิน สำหรับกรรมวิธีควบคุมหยดน้ำเปล่า เก็บที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30-60 นาที ใส่หนอนแมลงนูนหลวงลงในกล่อง กล่องละ 1 ตัว ใส่ชิ้นมันสำปะหลังสำหรับเป็นอาหารหนอน ปิดฝากล่องทดลองให้สนิท ทำการบันทึกข้อมูลจำนวนการตายของหนอนแมลงนูนหลวง ในแต่ละกรรมวิธี ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ นำหนอนแมลงนูนหลวงที่ตายมาวางในกล่องชื้นเพื่อล่อไส้เดือนฝอยออกจากซากแมลงอาศัย และตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยที่ออกจากซากแมลงอาศัยเพื่อศึกษาอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย ถ้าพบหนอนตายมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในกรรมวิธีควบคุม ปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายด้วย Abbott's formula

4. ศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepdiota stigma* ในโรงเรือนทดลอง

คัดเลือกไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ตายได้ดีในห้องปฏิบัติการ มาทดลองขยายผลในโรงเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 2 กระถาง 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไส้เดือนฝอย *Steinernema glaseri* อัตรา $5x10^6$ IJs/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 2 ไส้เดือนฝอย *Steinernema glaseri* อัตรา $5x10^7$ IJs/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 3 ไส้เดือนฝอย *Steinernema glaseri* อัตรา $5x10^8$ IJs/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 4 สารกำจัดแมลงฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร

กรรมวิธีที่ 5 กรรมวิธีควบคุม (พ่นน้ำเปล่า)

ทำการทดลองโดยปลูกต้นมันสำปะหลังในกระถาง กระถางละ 1 ต้น ราดไส้เดือนฝอยตามกรรมวิธีต่างๆ ลงดินในกระถางมันสำปะหลังก่อนปล่อยหนอนแมลงนูนหลวงกระถางละ 10 ตัวต่อกระถาง ราดไส้เดือนฝอย ทุก 4 วัน อย่างน้อย 3 ครั้ง ตรวจนับจำนวนหนอนแมลงนูนหลวงที่ตายในทุกกรรมวิธีการทดลองที่ 3, 5, 7, 14 และ 21 วันหลังราดสาร นำข้อมูลจำนวนหนอนแมลงนูนหลวงที่ตายคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การตาย และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2560 – กันยายน 2562

สถานที่ : ห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนทดลองกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3 ในห้องปฏิบัติการ

อัตราการตายของหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3 (ตารางที่ 1)

7 วันหลังการทดลอง พบว่า *S. riobrave* และ *S. glaseri* อัตรา 5×10^6 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวง มีอัตราการตาย 36.67 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae, S. siamkayai* และ *S. minutum* อัตรา 5×10^6 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 6.67, 0 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

14 และ 21 วันหลังการทดลอง ไม่พบการตายของหนอนแมลงนูนหลวงเพิ่ม

จากการทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 5 สายพันธุ์ อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร เพื่อควบคุมหนอนแมลงนูนวัย 3 พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* มีประสิทธิภาพทำให้หนอนแมลงนูนหลวงตายดีที่สุด เนื่องจาก ไส้เดือนฝอย *S. glaseri* มีพฤติกรรมเคลื่อนที่เข้าหาแมลงอาศัย กระจายตัวอยู่ในดิน และจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงที่มีพฤติกรรมไม่ค่อยเคลื่อนที่ เช่น หนอนด้วงปีกแข็ง (white grub) ด้วงงวงองุ่น (black wine weevil) (Pushpalatha, 2014) นอกจากนี้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* ยังเป็นไส้เดือนฝอยชนิดแรกที่นำมาใช้ในการกำจัดหนอนด้วง *Popillia japonica* ในรัฐนิวเจอร์ซีร์ (Glaser and Farrell, 1935) สอดคล้องกับการทดลองของ Sankaranarayanan *et al*. (2006) ซึ่งได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Heterorhabditis indica* isolate LN2, *H. bactereophora*, *S. riobrave* และ *S. glaseri* เพื่อควบคุมดักแด้และตัวเต็มวัยของด้วง *Holotrichia serrate* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของอ้อยในประเทศอินเดีย พบว่า ในห้องปฏิบัติการ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่า LD_{50} ต่อดักแด้ เท่ากับ113.30 IJs/1 ดักแด้ ที่ 5 วันหลังการทดลอง ทำให้ตัวเต็มวัยด้วง *Holotrichia serrate* ตาย 100.00 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีการฉีดเข้าปากและรูทวาร ที่ 3 วันหลังการทดลอง และตาย 100.00 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีใส่ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงลงในดิน ที่ 7 วันหลังการทดลอง ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* มีค่า LD_{50} ต่อดักแด้ เท่ากับ 318.7 IJs/1 ดักแด้ ที่ 5 วันหลังการทดลอง ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด จึงไม่นำมาทดสอบกับตัวเต็มวัย เช่นเดียวกับ Erbas *et al*. (2014) ซึ่งอ้างถึงผลการทดลองของ Berner and Schnetter (2001) ในการทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* RS92 strain และ *S. feltiae* ต่อหนอนด้วงแมงอีนูน *Melolontha melolontha* ว่าไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* RS92 strain มีประสิทธิภาพดีที่สุด ทำให้หนอนด้วงตาย 60.00 เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. เพื่อควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ในห้องปฏิบัติการ พบว่าไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. isolate DKS-1 ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงมีอัตราการตาย 57.10 เปอร์เซ็นต์ (Indrayani *et al*., 2018) แต่ Pokhrel *et al.* (2016) กลับพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. siamkayai* ในการควบคุม หนอนด้วง *Chiloloba acuta* วัย 3 ในห้องปฏิบัติการ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. siamkayai* มีค่า LD_{50} เท่ากับ 98.10 IJs/มิลลิลิตร/ดิน 40 กรัม ที่ 14 วันหลังใส่ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง ซึ่งน้อยกว่าค่า LD_{50} ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* NC 34 (417.00 IJs) ต่อหนอนด้วง *Holotrichia parallela* วัย 2 (Luan *et al*., 1996)

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร มีผลทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ตาย 33.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 21 วันหลังการทดลอง ซึ่งต่ำกว่ารายงานของวิโรจน์ (2547) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S.*

riobrave อัตรา 5 x 10^5 IJs/ตารางเมตร กับหนอนแมลงนูนหลวง พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* มีประสิทธิภาพทำให้หนอนแมลงนูนหลวงตายถึง 50.67 เปอร์เซ็นต์

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร มีผลทำให้หนอนแมลงนูนวัย 3 ตายได้เพียงเล็กน้อย 6.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ 7 วันหลังการทดลอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับรายงานของ Sharma *et al*. (2009) ที่ได้ทดลองใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* ควบคุมหนอนด้วง *Brahmina coriacea* HOPE ในมันฝรั่ง พบว่า ในห้องปฏิบัติการ ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง อัตรา 500, 1,000 และ 2,000 IJs/กระถาง มีประสิทธิภาพทำให้หนอนด้วง *Brahmina coriacea* HOPE วัย 2 ตาย 80.00, 83.33 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 7 วันหลังการทดลอง 86.67, 86.67 และ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 14 วันหลังการทดลอง และตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 อัตรา ที่ 21 วันหลังการทดลอง และยังมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายหนอนด้วง วัย 3 ตาย 66.67, 66.67 และ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 7 วันหลังการทดลอง 83.33, 86.67 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 14 วันหลังการทดลอง และ 93.33, 93.99 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 21 วันหลังการทดลอง

อัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในซากหนอนแมลงนูนหลวง (IJs/หนอนแมลงนูนหลวง 1 ตัว) (ตารางที่ 1)

ทำการตรวจนับจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่ออกจากซากแมลงอาศัย เพื่อศึกษาความสามารถในการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในหนอนแมลงนูนหลวง พบว่า ไส้เดือนฝอย *S. glaseri* และ *S. riobrave* สามารถขยายพันธุ์ในหนอนแมลงนูนหลวงได้ โดยมีจำนวนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง 50,218.75 และ 42,333.33 IJs/หนอนแมลงนูนหลวง 1 ตัว ตามลำดับ แต่ไม่พบไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. carpocapsae* จากซากแมลงอาศัย

2. ประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* ในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3 ในโรงเรือนทดลอง (ตารางที่ 2)

การทดสอบประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3 ในโรงเรือนทดลอง ได้คัดเลือกไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* ซึ่งมีประสิทธิภาพทำให้หนอนด้วงตายได้ดีที่สุดจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการมาทำการทดสอบขยายผล

อัตราการตายของหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma* วัย 3 ในโรงเรือนทดลอง 3 วันหลังการทดลอง

พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 0-6.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร, 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร และ 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 6.25, 0 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์

5 วันหลังการทดลอง

พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 0-12.50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร, 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร และ 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 6.25, 0, 12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์

7 วันหลังการทดลอง

พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 0-18.75 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร, 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร และ 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 12.25, 0, 18.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์

14 วันหลังการทดลอง

พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 6.25-18.75 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6 IJs/ตารางเมตร, 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร และ 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 18.75, 6.25, 18.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติ กับกรรมวิธีราดสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์

21 วันหลังการทดลอง

พบว่า ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร และกรรมวิธีราดสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 25.00 และ 37.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกรรมวิธี แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ที่มีอัตราการตาย 6.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6 และ 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตาย 18.75 และ 12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

เมื่อนำไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6, 5 x 10^7 และ 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร ทดสอบเปรียบเทียบกับสารกำจัดแมลง ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร และกรรมวิธีไม่พ่นสาร พบว่า ที่ 21 วันหลังการทดลอง ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^6, 5 x 10^7 IJs/ตารางเมตร ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 มีอัตราการตายเพียงเล็กน้อย ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา 5 x 10^8 IJs/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพทำให้หนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ตาย 25.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลง ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) ที่มีอัตราการตาย 37.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอัตราการตายที่ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Anthony *et al*. (2012) ซึ่งได้ทำการทดสอบใช้ไส้เดือนฝอยสัตรูแมลง *Heterorhabditis bacteriophora* อัตรา 10,000 IJs/มิลลิลิตร เพื่อควบคุมหนอนด้วง *Phyllophaga menetriesi* วัย 2 พบว่า ในห้องปฏิบัติการ หนอนด้วงมีอัตราการตาย 83.40 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำมาทดสอบในโรงเรือนทดลอง หนอนด้วงมีอัตราการตายลดลงเหลือเพียง 2.50 เปอร์เซ็นต์

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* เป็นไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma Fabricius* ในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อนำมาทดสอบในโรงเรือน พบว่า ประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* ลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ขนาดของลำตัว ชั้นผนังลำตัว ชั้นขนของหนอนแมลงนูนหลวง สอดคล้องกับรายงานของ Zuluaga *et al*. (n.y.) ซึ่งได้ทำการสำรวจและหาวิธีควบคุมแมลงศัตรูมันสำปะหลังในดินแบบผสมผสาน รวมทั้งได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงสายพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ *Heterorhabditis* sp. HNI0100 (Cenicafe), *Heterorhabditis* sp. (CIAT) และ *Steinernema* sp. SNI 0198 (Cenicafe) ต่อหนอนด้วง *Phyllophaga menetriesi* วัย 3 ซึ่งเป็นหนอนด้วงใน Subfamily เดียวกันกับแมลงนูนหลวง (Subfamily: Melolonthidae) Zuluaga *et al*. (n.y.) รายงานว่า การใช้

ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงกำจัดหนอนด้วง *P. menetriesi* วัย 3 เป็นวิธีที่ทำได้ยาก โดยอัตราความเข้มข้นของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงไม่มีผลต่อการเข้าทำลายหนอนด้วง *P. menetriesi* เนื่องจากหนอนด้วงสามารถลดการตอบสนองต่อไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ หนอนด้วงมีผนังลำตัวหนา และชั้นขนอาจจะมีกลไกป้องกันการเข้าทำลายจากไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง

2. การสร้างต้านทาน หนอนด้วงอาจมีภูมิคุ้มกันที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกการตอบสนองต่อไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงหลังจากที่เข้าสู่ลำตัวแมลงแล้ว

3. ลักษณะของพฤติกรรม จากการสำรวจพฤติกรรมของหนอนด้วง *P. menetriesi* ในสภาพไร่ พบว่าหนอนด้วงอาศัยอยู่ในดินลึก ซึ่งลึกกว่าหนอนด้วงบางชนิด เช่น หนอนด้วงใน Subfamily Dynastinae หรือ Rutelinae อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สามารถหลบหลีกจากไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงได้

นอกจากนี้อัตราความเข้มข้นของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงที่ใช้กลับไม่มีผลต่อการเข้าทำลายหนอนด้วง *P. menetriesi*

ดังนั้น ในหลายประเทศจึงมีการนำสารชนิดอื่นมาใช้ร่วมกับไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเพื่อควบคุมประชากรของหนอนด้วง เช่น ในประเทศอินโดนีเซีย Haryadi *et al*. (2013) ทำการทดสอบการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. ร่วมกับเชื้อราเขียว *Metarhizium anisopliae* ควบคุมหนอนแมลงนูนหลวง *L. stigma* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า การใช้ เชื้อราเขียว *M. anisopliae* ร่วมกับไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *Steinernema* sp. isolate Kediri มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงได้ดี โดยมีค่า LC_{50} ประมาณ 255.3 IJs/มิลลิลิตร ประเทศโคลัมเบีย มีการทดสอบใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *H. bacteriophora* ร่วมกับสารกำจัดแมลง fipronil ทำให้หนอนด้วงวัย 2 มีอัตราการตาย 47.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงชนิดเดียว หนอนด้วงมีอัตราการตายเพียง 2.50 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารกำจัดแมลง fipronil ชนิดเดียว หนอนด้วงมีอัตราการตาย 32.00 เปอร์เซ็นต์ (Bellotti *et al*. 2012)

นอกจากไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง Steinernema แล้ว ยังมีไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง Heterorhaditis อีกหลายสายพันธุ์ ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนด้วงได้ดี เช่น ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *H. indica* อัตรา 500, 1,000 และ 2,000 IJs/กระถาง มีผลทำให้หนอนด้วง *Brahmina coriacea* วัย 2 ตาย 70.00, 83.33 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หนอนด้วงวัย 3 ตาย 70.00, 73.33 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 15 วันหลังการทดลอง (Sharma *et al*., 2009) ที่อัตรา 450 IJs/มิลลิลิตร ทำให้หนอนด้วง *Leucopholis lepidophora* (Blanchard) วัย 2 ตาย 87.60 เปอร์เซ็นต์ ที่ 15 วันหลังการทดลอง (Bharathi and Mohite, 2015) และไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *H. bacteriophora*

strains ZET09 และ ZET35 อัตรา 100 IJs/ตารางเซนติเมตร มีผลทำให้หนอนด้วงแมงอีนูน *Melolontha melolontha* ตาย 100.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 15 วันหลังการทดลอง (Erbas *et al*., 2014) และไส้เดือนฝอยสัตรูแมลง *Heterorhabditis* sp. isolate PH-1 ทำให้หนอนแมลงนูนหลวงมีอัตราการตาย 50.00 เปอร์เซ็นต์ (Indrayani *et al*., 2018)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาประสิทธิภาพของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง Steinernema จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ *S. carpocapsae, S. riobrave, S. glaseri, S. siamkayai* และ *S. minutum* อัตรา $5x10^6$ IJs/ตารางเมตร ในการควบคุมแมลงนูนหลวง *Lepidiota stigma Fabricius* ในมันสำปะหลัง พบว่า ในห้องปฏิบัติการ กรรมวิธีที่ใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* มีประสิทธิภาพในควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ได้ดีที่สุด มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี รองลงมาคือไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. riobrave* และ *S. carpocapsae* ส่วนไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. siamkayai* และ *S. minutum* ไม่มีผลทำให้หนอนแมลงนูนวัย 3 ตาย ส่วนการทดลองในโรงเรือนทดลอง กรรมวิธีที่ใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* อัตรา $5x10^8$ IJs/ตารางเมตร มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนแมลงนูนหลวงวัย 3 ได้ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีใช้สารกำจัดแมลง ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V (Assend) อัตรา 0.2 มิลลิลิตร/ตารางเมตร แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม

การใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงเพียงชนิดเดียวเพื่อควบคุมหนอนด้วงแมลงนูนหลวงนั้นมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะเมื่อทำการทดสอบในโรงเรือนทดลอง เพราะนอกจากปัจจัยที่เกิดจากตัวแมลงแล้ว ยังมีปัจจัยในเรื่องของอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งมีผลต่อการอยู่รอดของไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงด้วย ดังนั้นการจะนำไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงไปควบคุมประชากรของแมลงนูนหลวง *L. stigma* ในไร่มันสำปะหลัง จึงควรใช้ร่วมกับวิธีการอื่น ตั้งแต่ขั้นตอนการไถพรวนก่อนปลูก การจับตัวเต็มวัยก่อนผสมพันธุ์ และการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงร่วมกับเชื้อราเขียว หรือสารเคมีกำจัดแมลงชนิดอื่น จึงจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงชนิดเดียว ทั้งนี้จะต้องทำการทดสอบผลและประสิทธิภาพของสารที่จะใช้ร่วมกับไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง *S. glaseri* ต่อไป

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์: 1. ได้ชนิดของไส้เดือนฝอยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงนูนหลวง *L. stigma* ในมันสำปะหลัง

2. ได้ข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจก่อนนำไส้เดือนฝอยศัตรูแมลงไปใช้ป้องกันกำจัดแมลงนูนหลวงในสภาพไร่

2. ได้ข้อมูลเพื่อนำไปศึกษาต่อยอดก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริงในสภาพไร่

10. **คำขอบคุณ (ถ้ามี):** ขอขอบคุณ คุณบุษกร เพียงพรม คุณประยูร จันทร์นาม คุณนงลักษณ์ จั่นเชย คุณสมพิด อุบัติ คุณวัชรา แจ่มจันทร์ คุณบำรุง อินทโชติ คุณพันศักดิ์ โพธิโย และทีมงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยปฏิบัติงานทดลองครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

11. เอกสารอ้างอิง

ดารารัตน์ มณีจันทร์, อรทัย วรสุทธิ์พิศาล, ประพันธ์ ประเสริฐศักดิ์, อมรรัชฎ์ คิดใจเดียว, ดุจลดา พิมรัตน์ และเยาวลักษณ์ เนตรสิงห์. 2555. การป้องกันกำจัดแมลงนูนหลวงอ้อยโดยวิธีผสมผสาน. *แก่นเกษตร* 40 (ฉบับพิเศษ 3): 301-304.

ไทยรัฐออนไลน์. 2558. *แมลงศัตรูพืชระบาดหนักในไร่มันสำปะหลัง*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.thairath.co.th/content/496098 (25 มีนาคม 2559)

วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ. 2547. เอกสารการสัมมนาวิชาการเกษตรแห่งชาติเรื่องการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *Steinernema* sp. ในหนอนด้วงหนวดยาวอ้อย (*Dorysthenes buqueti*), หนอนแมลงนูนหลวง (*Lepidiota stigma*) และหนอนกออ้อย (*Chilo tumidicostalis*). ขอนแก่น. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2562. *ผลการสำรวจภาวะการผลิตการค้ามันสำปะหลังฤดูกาลผลิตปี 2562/2563*. (ออนไลน์) แหล่งข้อมูล: https://www.tapiocathai.org/pdf/7_Zone/Total%207%20Zone.pdf (12 มีนาคม 2562)

สุเทพ สหายา. 2559 *แมลงศัตรูมันสำปะหลังและการป้องกันกำจัด*. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.tapiocathai.org/pdf/MealyBug/4_bug.pdf (12 มีนาคม 2562)

สุภัทร ธนบดีภัท. ม.ป.ป. สถานการณ์มันสำปะหลังที่เปลี่ยนแปลงไป. (ออนไลน์) แหล่งข้อมูล: https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/NorthEastern/DocLib_Research/cassava_situation_change.pdf (12 มีนาคม 2562)

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. ม.ป.ป. *มันสำปะหลัง*. น. 53-56. *ใน: เอกสารวิชาการ*. กรมพัฒนาที่ดิน.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. *สถิติการส่งออก (Export)*. (ออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://impexp.oae.go.th (12 มีนาคม 2562)

Bellotti, A.C., C.J. Herrera, J. Herrera M. del P. Hernandez, B. Arias, J.M. Goerrero and E.L. Melo. 2012. Cassava Pests in Latin America Africa and Asia. pp. 199-257. *In*: R.H. Howeler, ed. The Cassava Book.

Erbas, Z., C. Gokce, S. Hazir, Z. Demirbag and I. Demir. 2014. Isolation and identification of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida) from the Eastern Black Sea region and their biocontrol potential (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 38: 187-197.

Glaser, R.W. and C.C. Farrell. 1935. Field experiments with the Japanese Beetle and its nematode parasite. *Journal of the New York Entomological Society*. 43: 345.

Haryadi, N. T., W. Jadmiko, S. Hasjim, K. To, and Alfarisi. 2013. *Integration of Metarhizium anisopliae and Entomopathogenic Nematodes as Biological Control Agent of White Grubs Lepidiota stigma*. Sumber dana BOPTN 2013. University Jember.

Indrayani, I. S. dan Chaerani. 2018. Pathogenicity of Entomopathogenic Nematode on Sugarcane White Grub *Lepidoptera stigma* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bul. Plasma Nutfah.* 24 (2): 83-85.

Luan, X., S. Zhang, H. Yang and X. Yang. 1996. Evaluation of Entomopathogenic Nematodes for Control of Peanut Scarabs. pp. 25-30. *In*: T.A. Jackson and T.R. Glare, eds. Proceeding of the 3rd International Workshop on Microbial Control of Soil Dwelling Pests Lincoin, Newzealand, The Mocrobial Control Group.

Pokhrell, M. R.B. Thapa, Y.D.G. Chhetry and M. Sporleder. 2016. Efficacy of Two Entomopathogenic Nematodes Strains *Steinernema siamkayai* and *S.*

abbasi Against the 3rd Instar Larvae of *Chiloloba acuta*. *The Journal of Agriculture and Environment*. 17: 73-81.

Pushpalatha, R. 2014. Entomopathogenic Nematodes, Farmers Best Friend!. *International Journal of Development Research*. 4 (5): 1088-1091.

Sankaranarayanan, C., N, Somasekhar and Singaravelu. 2006. Biocontrol Potential of Entomopathogenic Nematodes Heterorhabditis and Steinernema against Pupae and Adults of White Grub Holotrichia serrate F. *Sugar Tech*. 8 (4): 268-271.

Sharma, A., D. R. Thakur and V.K. Chandla. 2009. Use of Steinernema and Heterorhabditis Nematodes for Control of White Grubs, *Brahmina coriacea* Hope (Coleoptera: Scarabaeidae) in Potato Crop. *J. Potato*. 36 (3-4): 160-165.

Zuluaga, C.A., M.P. Quintero, L.M. Serna, N. Villegas and L. Struck. n.y. Integrated control of subterranean pests in South America. pp. 53-71. *In*: Soil Pest-Cassava and Other Crops.

ตารางที่ 1 Mean mortality of third instar *Lepidiota stigma* treated with entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema riobrave, Steinernema glaseri, Steinernema siamkayai* และ *Steinernema minutum* 5 x 10^6 IJs/m^2 at 7, 14 and 21 days after treatment. And reproduction rate

Entomopathogenic nematodes	Concentration IJs/m^2	Mortality (%)			Reproduction Rate (IJs/Larva)
		7	14	21	
Steinernema carpocapsae	5 x 10^6	6.67 bc	6.67 bc	6.67 bc	0
Steinernema riobrave	5 x 10^6	36.67 b	36.67 b	36.67 b	50,218.75
Steinernema glaseri	5 x 10^6	56.67 a	56.67 a	56.67 a	42,333.33
Steinernema siamkayai	5 x 10^6	0 c	0 c	0 c	-
Steinernema minutum	5 x 10^6	0 c	0 c	0 c	-
กรรมวิธีควบคุม	-	0 c	0 c	0 c	-
CV. (%)		9.69	9.69	9.69	

ตารางที่ 2 Mean mortality of third instar *Lepidiota stigma* treated with entomopathogenic nematode *Steinernema glaseri* and ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V SC

Treatment	Concentration IJs/m^2	Mortality (%)				
		3	5	7	14	21
Steinernema glaseri	5×10^6	6.25 a	6.25 a	12.50 a	18.75 a	18.75 bc
Steinernema glaseri	5×10^7	0.00 a	0.00 a	0.00 a	6.25 a	12.50 bc
Steinernema glaseri	5×10^8	6.25 a	12.50 a	18.75 a	18.75 a	25.00 ab
ฟิโพรนิล (fipronil) 5% W/V	0.2 มล.	6.25 a	6.25 a	6.25 a	18.75 a	37.50 a
กรรมวิธีควบคุม	-	0.00 a	0.00 a	0.00	6.25 a	6.25 c
CV. (%)		25.20	20.12	18.57	30.69	39.88