ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ PRP6405031180

เรื่อง

การพัฒนากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในแปลงผลิตพริกปลอดภัย

Development of procedure direction for using vetiver-based bionematicides to control root-knot nematodes (*Meloidogyne enterolobii*) for Safe Chilli Production

โดย

อ.ดร. กานต์สิรี จินดาปัณณาพัฒน์

อ.ดร. นรินทร์ ชมภูพวง

นายกฤษฎา โพธิ์เรืองเดช

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ภายใต้แผนงานวิจัย เกษตรสมัยใหม่

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร

(องค์การมหาชน)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการพัฒนากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในแปลงผลิตพริกปลอดภัย ได้รับทุนอุดหนุนการพัฒนาการวิจัยการเกษตรจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ปีงบประมาณ 2564 ซึ่งคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ศาสตราจารย์ ดร. สืบศักดิ์ สนธิรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร. นพมาศ สุนทรเจริญนนท์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. นพมณี โทปุญญานนท์ ที่พัฒนาโครงการนี้ ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ สอนวิจัย เพื่อให้โครงการวิจัยนี้สามารถตอบโจทย์ความต้องการและดำเนินงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณที่ปรึกษาโครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. บัญชา ชิณศรี ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และแนวทางแก้ไขปัญหาตลอดการทำวิจัย ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดิน ศูนย์ส่งเสริมการใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมส่งเสริมการเกษตร เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแฝกและเกษตรกรผู้ปลูกพริก อำเภอวารินชำราบ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างและความร่วมมือด้วยดีในการวิจัย ตลอดจนใคร่ขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในความร่วมมืองานวิจัยที่ได้ช่วยทำงานวิจัยนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

การพัฒนากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในแปลงผลิตพริกปลอดภัย

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการในการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในการผลิตพริกปลอดภัย แบ่งเป็น 3 กิจกรรมหลักดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การเก็บตัวอย่างและจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมด้วยชีวโมเลกุล ทำการสำรวจการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยรากปมในพื้นที่ อำเภอวารินชำราบ และ เมือง จังหวัดอุบลราชธานี พบปัญหาโรครากปมมีการแพร่กระจายในพื้นที่ในระดับที่สูงถึง 92.17 เปอร์เซ็นต์ และความรุนแรงของการเกิดโรครากปมนั้นแปรผันตรงตามการเจริญเติบโตของพริก โดยเฉพาะพริกแดงมีความอ่อนแอต่อโรครากปมมากกว่าพริกหยวก และพริกหนุ่มที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน จากการศึกษาชนิดของสายพันธุ์ไส้เดือนฝอยรากปม พบ *M. enterolobii* เป็นชนิดสายพันธุ์หลักที่พบในพื้นที่ดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ที่อยู่ร่วมกันในพื้นที่ อ. เมือง โดยมีอัตราส่วนเท่ากับ 80 : 20 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมที่ 2 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก ในระดับห้องปฏิบัติการนั้นพบว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมทั้ง *M. enterolobii* และ *M. incognita* ได้เท่ากับ 80.93 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับดีมาก โดยสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ได้ดีกว่า *M. enterolobii* ในระดับโรงเรือนทดลองตามระยะการปลูกพริก ระยะเตรียมแปลงปลูกการใช้ใบหญ้าแฝกหอมเป็นปุ๋ยพืชสดที่อัตรา 5 % (w/w) สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 95.45 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ระยะต้นกล้าการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมพ่นที่ทุก 3 วัน สามารถลดจำนวนและชะลอการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมเท่ากับ 71.43 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ระยะย้ายปลูกการคลุกผสมผงใบหญ้าแฝกหอมในอัตรา 5 กรัมรองก้นหลุม สามารถส่งเสริมน้ำหนักต้นสดของพริกและลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 81.07 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ระยะหลังย้ายปลูกการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมอัตรา 5.2 mg/ml ทุก 10 วัน สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 85.57 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมอัตรา 5.2 mg/ml ทุก 21 วัน สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 95.32 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสามารถลดการเกิดปม

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่าอัตราการใช้ 50 mg/ml ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการได้เท่ากับอัตรา 5.2

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

mg/ml ของสารสกัดหญ้าแฝกหอม โดยพบว่าสารสำคัญในสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่มีฤทธิ์ในการฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมมากที่สุดคือ p-hydroxybenzoic acid และ p-coumaric acid ที่อัตรา 1 mg/ml สามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมได้เท่ากับ 80.99 และ 69.86 เปอร์เซ็นต์ภายใน 24 ชั่วโมง โดยผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมพบว่ามีผลต่อการลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากมีค่าเท่ากับ 90.14 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ดังนั้นจากการศึกษากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์หรือสารสกัดหญ้าแฝกหอมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อปรับใช้ในกระบวนการปลูกพริกตั้งแต่ระยะเตรียมแปลงปลูก ระยะย้ายปลูก และ ระยะหลังย้ายปลูก นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพริก แต่อย่างไรก็ตามยังต้องมีการศึกษาต่อไปในระดับแปลงทดลองต่อไปในอนาคต

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Development of procedure direction for using vetiver-based bionematicides to control root-knot nematodes (*Meloidogyne enterolobii*) for Safe Chilli Production

Abstract

The aim of this research project was to develop a process for controlling the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* in safe chili production using a product made from Songkhla 3 vetiver grass extract, which was divided into three main activities:

Activity 1 Sample collection and classification of root-knot nematodes. The incidence of root-knot nematodes was investigated in Warin Chamrap District and Mueang District, Ubon Ratchathani Province. The distribution of root knot disease in the region was determined to be at a high level of 92.17 percent. The severity of root knot disease was dependent on the growth of chili peppers, especially red peppers, that were much more vulnerable to root knot disease than bell peppers and Thai green peppers grown in the same area. *M.enterolobii* was discovered in an investigation of root-knot nematode species. This is the most widely distributed species in the region. In addition, the root-knot nematode *M. incognita* coexisted with an 80:20 percent ratio in Muang district.

Activity 2 Study of patterns and methods of vetiver grass extract for the control of root-knot nematodes in chilli at the laboratory level. It was revealed that vetiver extract was effective in eliminating both *M. enterolobii* and *M. incognita* root-knot nematodes to the rate of 80.93 percent at the experimental greenhouse level according to the pepper planting stage and the planting plot preparation stage. The utilization of vetiver leaves as green manure at the rate of 5% (w/w) was able to reduce the number of eggs per root weight by 95.45 percent compared to the control. At the seedling stage, spraying vetiver extract every three days reduced the number of root-knot nematodes and inhibited their development by 71.43 percent compared to the control. In the transplanting stage, mixing 5 g of vetiver leaf powder applied to the bottom of the well promoted the fresh chilli plant weight and reduced the number of eggs per root weight by 81.07 percent compared to the control. After transplanting, vetiver grass sprayed at a rate of 5.2 mg/ml every 10 days reduced egg count/root weight by 85.57 percent, and vetiver extract sprayed at the same concentration every 21 days decreases

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

the number of eggs per root weight by 95.32 percent compared to the control, and significantly lowered the occurrence of root knot formation.

Activity 3: Study on the efficiency of vetiver grass extract products in controlling root-knot nematodes at the laboratory and greenhouse level. The application rate of 50mg/ml of vetiver extract product was found to be equivalent to the rate of 5.2mg/ml of vetiver extract in controlling root knot nematodes at the laboratory level. The main components of vetiver extract that were the most effective in eliminating root-knot nematodes were p-hydroxybenzoic acid and p-coumaric acid, which killed 80.99 and 69.86 percent of root knot nematodes in 24 hours at a rate of 1 mg/ml, respectively, and the vetiver extract product had a 90.14 percent reduction in egg number per root weight compared to the control.

As an outcome of the research process by using various types of vetiver products or extracts for use in the chilli planting process from the field preparation stage, the transplanting stage, and the post-planting period, it was discovered that the vetiver extract products had no effect on the growth of chili, but further research at the experimental field level is needed in the future.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญเรื่อง

กิตติกรรมประกาศ 1

บทคัดย่อ 2

Abstract 4

บทนำ 10

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 10

วัตถุประสงค์ 11

ขอบเขตการวิจัย 11

ทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในงานวิจัย 11

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 18

วิธีการดำเนินงานวิจัย 19

ผลการวิจัย 26

สรุปและวิจารณ์ 57

ข้อเสนอแนะ 59

เอกสารอ้างอิง 59

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระดับการเกิดปมของพริกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จากการสำรวจแปลงพริก ณ จังหวัดอุบลราชธานี.....30

ตารางที่ 2 การจัดจำแนกชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก ณ อำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากการสำรวจครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2.....33

ตารางที่ 3 รายชื่อสายพันธุ์หญ้าแฝกที่ถูกรวบรวมและปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.....36

ตารางที่ 3A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อปุ๋ยพืชสด/แห้งของใบหญ้าแฝกหอม.....41

ตารางที่ 3B น้ำหนักต้นและน้ำหนักรากสด ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อปุ๋ยพืชสด/แห้งของใบหญ้าแฝกหอม.....41

ตารางที่ 4A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม.....47

ตารางที่ 4B น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปมที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม.....48

ตารางที่ 5A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน.....51

ตารางที่ 5B น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน.....52

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 โครงสร้างเคมีหลักของสารสกัดเอทานอลหญ้าแฝกหอม โดยวิธีการวิเคราะห์สารด้วยวิธี GC-MS sesquiterpene acid 3,3,8,8 tetramethyltricyclo [5.1.0.0(2,4)] oct-5-ene-5-propanoic acid.....18

ภาพที่ 2 สภาพแปลงพริก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี ในการสำรวจโรครากปมครั้งที่ 1 27

ภาพที่ 3 สภาพแปลงพริก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี ในการสำรวจโรครากปมครั้งที่ 2 27

ภาพที่ 4 ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช A: Tylenchorynchus sp. และ B: Meloidogyne sp.....28

ภาพที่ 5 ดัชนีการเกิดปมในพริกทั้ง อำเภอเมือง (UM) และ อำเภอวารินชำราบ (UV) จังหวัดอุบลราชธานี..28

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างขนาดดีเอ็นเอบางส่วนของไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงพริก จังหวัดอุบลราชธานี 32

ภาพที่ 7 การจัดจำแนกชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมตามระยะการเจริญเติบโตของพริก.....34

ภาพที่ 8 ต้นกล้าหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 จากแปลงปลูกกล้าพันธุ์ กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดมหาสารคาม 35

ภาพที่ 9 สายพันธุ์แฝกดอนที่ปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น....36

ภาพที่ 10 สายพันธุ์แฝกหอมที่ปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น .37

ภาพที่ 11 แสดงอัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* และ *M. enterolobii*....38

ภาพที่ 12 การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอมในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมระดับโรงเรือนทดลอง 39

ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของพริกต่ออัตราการใช้ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอม ที่ 15 วัน 30 วัน และ 120 วัน.....40

ภาพที่ 14 การเจริญเติบโตของพริกในใส่ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอม อายุ 30 วัน.....43

ภาพที่ 15 การเจริญเติบโตของรากพริกในใส่ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอม อายุ 120 วัน.....44

ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของจำนวนและการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้ารากพริก.....45

ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยผลการคลุมผสมผงใบหญ้าแฝกหอมสำหรับรองก้นหลุมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมและการเจริญเติบโตของพริก.....47

ภาพที่ 18 การเจริญเติบโตของรากพริกสำหรับการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม อายุ 120 วัน.....50

ภาพที่ 19 การเจริญเติบโตของรากพริกสำหรับการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน อายุ 120 วัน.....53

ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมต่อผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ.....54

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมต่อสารสำคัญในสารสกัดหญ้าแฝกหอม ระยะเวลา 24 ชั่วโมง.....55
ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของพริกต่อการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพโรงเรือนทดลอง.....56
ภาพที่ 23 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ในสภาพโรงเรือนทดลอง 56

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* sp.) เป็นศัตรูพืชที่สำคัญก่อให้เกิดโรครากปม (root-knot disease) ในพืชเศรษฐกิจ ทั้ง พืชไร่ พืชผัก ผลไม้ และ ไม้ดอกไม้ประดับ มีการรายงานเกี่ยวกับโรครากปมและแพร่ระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับพริกในแหล่งปลูกหลายพื้นที่ จังหวัดอุบลราชธานี กว่า 1,629 ไร่ เป็นสาเหตุทำให้พริกมีผลผลิตและคุณภาพลดลงตั้งแต่ 50-100 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 50-80 ล้านบาท โดยปัจจุบันพบ *Meloidogyne enterolobii* (ชนากานต์ และคณะ 2562) ถูกระบุเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืชกักกันใน EPPO A2 list และ Plant Pest in Thailand แพร่ระบาดในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี โดยแสดงอาการส่วนเหนือดิน ลำต้นแคระแกรน มีอาการเหี่ยว และใบเหลือง แต่ส่วนอาการใต้ดิน พบรากเป็นปมซึ่งมีขนาดใหญ่และจำนวนมาก (Centintas et al., 2007) จึงเป็นหนึ่งในปัญหาในการผลิตพริก ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างมาก ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการสารเคมีตกค้างและการส่งออก ทำให้ผลผลิตที่ได้คุณภาพ และความปลอดภัยไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด รวมถึงส่งผลต่อสภาวะสินค้าเกษตรเพื่อการแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งตามมาตรการด้านสุขอนามัยพืช จากอนุสัญญาว่าด้วยการอารักขาพืช IPPC ของการเปิดตลาดเสรีภายใต้ WTO ที่ว่าด้วย มีสารเคมีตกค้าง เศษซากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ ติดไปกับผลผลิตและผลิตภัณฑ์ ทำให้มีปัญหากับประเทศคู่ค้า เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ สเปน นอร์เวย์ และออสเตรีย โดยในปี 2002-2008 ประเทศไทยได้ถูกปฏิเสธการนำเข้าสินค้าทางการเกษตรจากยุโรปและอเมริกามีมูลค่าถึง 15,512 และ 17,093 ล้านดอลลาร์สหรัฐตามลำดับ รวมถึงผักและผลไม้ไทยที่นำเข้าในตลาดยุโรปและอเมริกาถูกปฏิเสธการนำเข้าเนื่องสาเหตุส่วนใหญ่จากสารเคมีตกค้าง (unido, 2012) โดยเฉพาะกลุ่ม organophosphate carbamate และ pyrethroid เป็นสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช รวมถึงสารกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Thai-PAN, 2562)

การป้องกันกำจัดโรครากปมทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากไส้เดือนฝอยรากปมสามารถอยู่รอดในดินและสามารถแพร่กระจายไปกับน้ำได้ดีทำให้ควบคุมไม่ได้ผล รวมถึงการส่งเสริมให้เกษตรกรหลีกเลี่ยงปลูกในพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด หรือปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม มักพบข้อจำกัดเรื่องการเช่าหรือย้ายพื้นที่ปลูก หรือการปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตร รวมถึงระยะเวลาของการปลูกพืชหมุนเวียนนั้น ซึ่งอาจจะกระทบกับฤดูกาลปลูกพริก หรือการเพิ่มขั้นตอนที่ไม่สะดวกแก่เกษตรกร การใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยรากปม แม้จะมีประสิทธิภาพแต่ทำให้เกิดการปนเปื้อนและพิษตกค้างของสารเคมีในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในปัจจุบันมีการศึกษาและวิจัยแนวทางแก้ไขปัญหาจากทั้งหน่วยงานรัฐบาลและมหาวิทยาลัยลงไปในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งการใช้สารเคมี (มนตรี และคณะ 2558) หรือแนวทางเลือก เช่น การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ การใช้สบู่ดำ การใช้เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี (ยุวดี และคณะ 2561; บัญชา, 2561) ซึ่งผลการทดลองจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าสามารถลดจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปม และลดความเสียหายของพริก ซึ่งตลอดระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมายังมีการแพร่ระบาดของโรครากปมในพริกที่ จังหวัดอุบลราชธานี

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกหอมในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม พบว่าหญ้าแฝกหอมมีคุณสมบัติการฆ่าและไล่ไส้เดือนฝอยรากปมเทียบเคียงได้กับดาวเรืองฝรั่งเศส โดยมีฤทธิ์ให้ไส้เดือนฝอยเป็นอัมพาต และตาย อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่ามีการวิจัยอย่างมากมายและกว้างขวางถึงวิธีการ สารเคมีหรือชีวภัณฑ์ เกี่ยวกับการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ โรงเรือน หรือแม้กระทั่งในพื้นที่ที่ประสบปัญหาโรครากปม แต่ปัจจุบันพบว่ายังไม่มีแนวทางปฏิบัติในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ด้วยองค์ความรู้ด้านคุณสมบัติและฤทธิ์ของสารสกัดของหญ้าแฝกหอมที่ได้ทำการศึกษามาแล้วนั้น เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรผู้ประสบปัญหาโรครากปม จึงทำการศึกษาแนวทางทางเพื่อพัฒนาต้นแบบกระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญ้าแฝกหอม รวมถึงพัฒนาแนวทางการใช้งานของผลิตภัณฑ์เพื่อการควบคุมที่มีประสิทธิภาพทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ โรงเรือนทดลอง และแปลงทดลอง เพื่อสามารถลดปัญหาโรครากปมที่มีการแพร่ระบาดในแปลงผลิตพริกได้อย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนากระบวนการในการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในการผลิตพริกปลอดภัย
2. เพื่อคู่มือการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยสาเหตุโรครากปมของพริก

ขอบเขตการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ทั้งรองก้นหลุม ฉีดพ่น ปุ๋ยพืชสด โดยศึกษาอัตราการใช้ที่เหมาะสมในรูปแบบการใช้ต่าง ๆ สอดคล้องตามระยะการปลูกพืชทั้งระยะต้นกล้า ระยะย้ายปลูก และระยะหลังย้ายปลูก เพื่อให้สามารถลดโรครากปมสำหรับการปลูกพริกอัมพวา (พริกต้นแบบ) ได้ดีที่สุดทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนทดลอง (ปีที่ 1) เพื่อให้ได้รูปแบบกระบวนใช้และอัตราการใช้ที่เหมาะสม และผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพริกต่อผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอม **(ปีที่ 1)** และนำข้อมูลที่ได้นำลงปฏิบัติจริงในแปลงทดลองของเกษตรกรที่พบปัญหาการแพร่ระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริกจริง ศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก นำไปสู่คู่มือและแนวทางการใช้ผลิตภัณฑ์เพื่อจัดการไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก รวมถึงผลการประเมินการลดโรครากปมในแปลงผลิตพริกต้นแบบ **(ปีที่ 2)**

ทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในงานวิจัย

โครงการนี้เป็นการพัฒนาแนวทางการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญ้าแฝกหอม เพื่อควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการ โรงเรือน และแปลงทดลอง เพื่อการศึกษาอัตราใช้และรูปแบบผลิตภัณฑ์นำไปสู่ต้นแบบแปลงผลิตพริกที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการแพร่ระบาดและทำ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ความเสียหายในแปลงพริก แล้วจึงนำผลการศึกษาไปขยายเพื่อส่งเสริมในระดับอุตสาหกรรม และวิธีการทดสอบในแปลงสำหรับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย รวมถึงสามารถลดปริมาณสารตกค้างเพื่อการผลิตพริกปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ไส้เดือนฝอยรากปม (Root-knot nematodes; *Meloidogyne* spp.) เป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่สำคัญตัวหนึ่งเป็นสาเหตุของโรครากปม และมีพืชอาศัยมากกว่า 2,000 ชนิด สามารถก่อความเสียหายแก่พืชได้ทุกกลุ่ม ทั้งพืชไร่ พืชผัก ไม้ดอก ไม้ผล โดยเฉพาะพืชผักพบว่าเป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยเกือบทุกชนิด โดยพืชจะแสดงอาการแคระแกรน ใบเหลือง เหี่ยวในสภาพกลางวัน โดยเฉพาะระบบรากจะแสดงอาการเป็นปุ่มปม มีผลต่อการลำเลียงน้ำและสารอาหารต่อการเจริญเติบโตของพืช ไส้เดือนฝอยสามารถเข้าทำลายพืชได้ด้วยตนเอง ด้วยใช้อวัยวะที่เรียกว่า stylet ร่วมกับเอนไซม์เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์เจาะเข้าสู่ปลายรากพืช และทำการฝังตัวในส่วนของ cortex ของพืชและปลดปล่อยเอนไซม์ชักนำการให้เซลล์พืชมีการเปลี่ยนรูปร่างที่มีขนาดใหญ่และแบ่งเซลล์ผิดปกติ ทำให้เกิดปม ในปัจจุบันมีการรายงานชนิดของไส้เดือนฝอยรากปม มากกว่า 100 ชนิดทั่วโลก แต่ในประเทศไทยพบและมีรายงานแล้ว 10 ชนิด (Chinnasri *et al*., 2012) โดยมีไส้เดือนฝอยรากปมที่ถูกระบุเป็นไส้เดือนฝอยศัตรูพืชกักกันใน EPPO A2 list และ Plant Pest in Thailand คือ *M. enterolobii* (non-existent nematodes) เนื่องจากแสดงอาการของโรคที่รุนแรงกว่าไส้เดือนฝอยรากปมชนิดอื่น จึงกระทบทางเศรษกิจโดยสร้างความเสียหายค่อนข้างมากเนื่องจากมีพืชอาศัยกว้าง และอัตราการขยายพันธุ์สูงรวมถึงการที่ชักนำให้เกิดการสร้างรากปมขนาดใหญ่ โดยพืชที่เกิดความเสียหายที่รุนแรง เช่น ฝรั่ง มะเขือเทศ และ แตงโม พริก เนื่องด้วยไส้เดือนฝอยชนิดนี้สามารถเข้าทำลายพืชที่มียีนต้านทานไส้เดือนฝอยรากปม เช่น *Mi-1* gene ของมะเขือเทศ *Mh gene* ของมันฝรั่ง *Mir1* gene ของถั่วเหลือง *N* gene ของพริกหยวก *Tabasco* gene ของพริกหวาน และ R_k gene ของถั่วพุ่ม (Castagnone-Sereno, 2012) ดังนั้น *M. enterolobii* จึงถูกกักกันในหลายประเทศในเรืองการส่งสินค้าและผลผลิตทางการเกษตรที่มีการปนเปื้อนและเข้าทำลายจากไส้เดือนฝอยชนิดนี้ต้องถูกทำลาย

ในอดีตการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมจะใช้สารเคมีในการราด พ่นและรมลงดินเพื่อกำจัดตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย ซึ่งสารเคมีเหล่านั้นจะไปทำลาย acetyl choline-choline esterase system . การส่งสัญญาณประสาท ทำให้การรับความรู้สึกและการเคลื่อนที่ผิดปกติไป และทำให้ไส้เดือนฝอยตายในที่สุด และส่วนใหญ่เป็นสารจะอยู่ในกลุ่ม Fumigant Carbamates และOrganophosphates เช่น Carbofuran Oxamyl Methyl bromide และ Femaniphos ซึ่งเป็นสารที่อันตรายสูงทั้งต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม รวมถึงจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ต่อพืช เกิดสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมสูง และผลผลิต ในปัจจุบันสารที่มีพิษและอันตรายสูงถูกยกเลิกไม่ให้มีการใช้ โดยสารที่ใช้ยังอยู่ในรูปสารระเหยเพื่อการสารอบดิน เช่น Chloropicrin DD-mixture และสารดูดซึม ชนิดผงละลายน้ำหรือชนิดเม็ด เช่น Aldicarb Fenamiphos และ DBCP โดยปกติวิธีการใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยโดยใช้พ่นหรือหยอดลงไปในดินทั่วทั้งไร่ หรือระหว่างแถวปลูกพืช โดยให้ลึกจากผิวหน้าดินประมาณ 6 นิ้ว โดยในแต่ละหลุมจะห่างกัน 6-12 นิ้ว จะทำให้การฆ่าไส้เดือนฝอยมี

ประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคมีชนิดและขนาดของเม็ดดิน ความชื้นและอุณหภูมิของดิน ถ้าใช้สารอบดินจะต้องมีการใช้ผ้าพลาสติกคลุมผิวหน้าดินไว้อย่างน้อย 48 ชั่วโมงเพื่อให้ก๊าซของยาที่เกิดขึ้นอบกระจายทั่วดินได้ดียิ่งขึ้น และการใช้สารเคมีสำหรับการแช่รากและหัวพืช ในอัตราความเข้มข้น 0.06-0.1 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 15-1 ชั่วโมงสามารถใช้กำจัดไส้เดือนฝอยรากปมได้ผลดี แต่ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และความเข้มข้นของสารเคมี อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีแบบก๊าซระเหยสำหรับการอบดินยังมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ความชื้นที่เหมาะสมต่อการกระจายก๊าซ อุณหภูมิต้องอยู่ระหว่าง 10-20 องศาเซลเซียส ระดับความลึกจากผิวดิน 6 นิ้ว สภาพดินดานมีผลต่อการแพร่กระจายของก๊าซในดิน เศษซากพืชมีผลต่อการสูญเสียก๊าซได้ และควรทำก่อนการปลูกพืช 7-15 วัน เพื่อหลีกเลี่ยงเมล็ดและต้นกล้าเสียหาย การเก็บรักษาสารเคมีอบดินต้องอยู่ในห้องอากาศถ่ายเทดีเพื่อหลีกเลี่ยงก๊าซที่อาจรั่วออกจากภาชนะ และทำความสะอาดร่างกายทันทีหลังจากปฏิบัติงานเสร็จ (ไพโรจน์, 2556)

แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยนั้น มีขั้นตอนการใช้งานที่ค่อนข้างยุ่งยาก และเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมสูง เนื่องจากไส้เดือนฝอยอาศัยอยู่ในดินซึ่งกำจัดได้ค่อนข้างยากจึงต้องอาศัยการแพร่กระจายของสารเคมี รวมถึงกระแสความนิยมของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไป ทำให้มีการบริโภคพืชผักปลอดภัยและมีคุณภาพ เกษตรกรหรือผู้ผลิตจึงต้องปรับตัวและเปลี่ยนแปลงสู่การป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยโดยชีววิธีมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายจะอยู่ในรูปชีวภัณฑ์ของเชื้อรา เช่น ไตรโครเดอร์ม่า เห็ดเรืองแสง เป็นต้น ถึงแม้ว่าชีวภัณฑ์จะความปลอดภัย และเฉพาะเจาะจงกับไส้เดือนฝอย แต่ยังมีข้อจำกัดการเก็บรักษา และอายุการใช้งาน ซึ่งทำให้มีผลต่อการคุ้มทุนด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข้อเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับองค์ความรู้เทคโนโลยีใหม่

ลำดับที่	เทคโนโลยีปัจจุบัน	องค์ความรู้เทคโนโลยีใหม่
1.	**สารเคมี**กำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช เป็นสารกลุ่ม cabamates organophosphates	ผลิตภัณฑ์**สารสกัด**จากหญ้าแฝกหอม เป็นสารสำคัญในกลุ่ม polysaccharide และ uronic acid
2.	รูปแบบผลิตภัณฑ์เป็น**ก้าซระเหย** และ**สารดูดซึมผสมน้ำ**ความสะดวกต่อการใช้งาน	รูปแบบชีวภัณฑ์**ผงแห้งละลายน้ำ**มีความสะดวกต่อการใช้งาน
3.	รูปแบบการใช้งานแบบ**สารอบดิน และพ่นลงดิน**	รูปแบบการใช้งานแบบ**รองก้นหลุม และพ่นบนใบพืช**
4.	**มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท**ของไส้เดือนฝอยรากปม	มี**ฤทธิ์ในการส่งเสริมความต้านทานในพืช** ชะลอวงจรชีวิต ทำลายระบบผิวหนัง และ**ระบบประสาท**ของไส้เดือนฝอยรากปม ทำให้เคลื่อนที่ช้าลง
5.	ดินในแปลงมีสารพิษตกค้างและ**ทำลายจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน**	ย่อยสลายได้ง่ายและ**อาจส่งเสริมฟื้นฟูจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน**
6.	**มี**ผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม	**ไม่มี**ผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม
7.	**ผลผลิตราคาต่ำ**เนื่องจากมีสารตกค้างเกินมาตรฐาน	**ผลผลิตราคาสูง**เนื่องจากพริกปลอดภัย
8.	**ต้นทุนการผลิตสูง**เนื่องจากเป็นสารเคมีนำเข้า	สามารถ**ลดต้นทุนการผลิต**เนื่องจากวัตถุดิบภายในประเทศ
9.	เกษตรกร**ไม่สามารถ**ผลิตได้เอง	เกษตรกร**อาจจะสามารถ**ผลิตใช้ได้เอง

การพัฒนาโครงการนี้จะเป็นแนวทางต้นแบบควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก ควบคู่กับการศึกษารูปแบบและอัตราการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอม เพื่อเพิ่มมูลค่าพริกปลอดภัย ไม่มีสารพิษตกค้าง และทำให้ผู้ประกอบการ ผู้แปรรูป รวมถึงผู้บริโภคมั่นใจและเชื่อมั่นในผลผลิตพริกที่ปลอดภัยและมีคุณภาพ และสามารถส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถผลิตสารสกัดหญ้าแฝกควบคุมหรือลดการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมได้ด้วยตนเอง รวมถึงการขยายผลเพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เพื่อยกระดับในภาคอุตสาหกรรม และส่งเสริมสู่ภาคเกษตรกรรมโดยหน่วยงานราชการที่สนใจ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พริก เป็นพืชที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี ซึ่งพริกนั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในอาหารไทยและอยู่คู่กับครัวไทยมาอย่างยาวนาน และพริกยังเป็นพืชที่มีการบริโภคและเป็นเครื่องเทศอยู่ในส่วนประกอบของอาหารหลากหลายชนิดทั่วโลก พริกไม่เพียงแต่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหารที่มีการพัฒนาและปรับตัวให้ทันต่อความต้องการอาหารแล้วนั้น ในปัจจุบันมีการศึกษาพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพริกอย่างแพร่หลาย เช่น ข้อมูลทางพฤกษเคมี และสารสำคัญแคปไซซิน (capsaicin) หรือสารเผ็ดของพริกที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากพริกในอุตสาหกรรมด้านอาหารเสริมและเวชภัณฑ์ ตลอดจนจนถึงด้านอื่น ๆ เช่น สีผสมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง สารป้องกันกำจัดแมลง และอาหารสัตว์ (Tiwari et al., 2005; สุชีลา, 2557) ในอนาคต คาดการณ์ว่าการใช้ประโยชน์จากพริก น่าจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้นในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากกระแสความนิยมของผู้ที่รักสุขภาพ การบริโภคอาหารปลอดภัยและดีต่อสุขภาพ รวมถึงประโยชน์ของสารพฤกษเคมีในพริกทางด้านโภชนาการและยารักษาโรคเพิ่มขึ้น (สุชีลา, 2557) ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวกับสารพฤกษเคมีและกระบวนการผลิตพริกที่ปลอดภัยตั้งแต่อยู่ในแปลงปลูกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกในช่วงเวลาที่เหมาะสม เป็นส่วนช่วยให้ผู้ประกอบการและผู้บริโภคมั่นใจตรงกับความต้องการต่อผลผลิตพริกที่มีคุณภาพและความปลอดภัย ซึ่งสามารถนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าผลผลิตพริกที่มีความโดดเด่นและเชื่อมั่นได้

ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกพริกและมีพื้นที่เก็บเกี่ยวมากเป็นอันดับ 5 ของโลกและ ผลิตพริกแดงมากเป็นอันดับ 2 ของโลก (FAO, 2016) ข้อมูลการปลูกพริกในปี 2561 ระบุว่า เนื้อที่ปลูกพริกทั้งหมด 197,965 ไร่ (สารสนเทศส่งเสริมการเกษตร, 2562) โดยพริกขี้หนูผลใหญ่มีการปลูกมากที่สุด โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 14 จังหวัดจาก 60 จังหวัดทั่วประเทศ โดย 5 จังหวัดที่มีการปลูกมากที่สุดคือ ชัยภูมิ ศรีสะเกษ เพชรบูรณ์ ตาก และอุบลราชธานี พบว่าพื้นที่ปลูกพริกขี้หนูผลใหญ่มีค่าเฉลี่ย 107,484 ไร่ ได้ผลผลิตรวม 173,304 ตัน และคิดเป็นมูลค่า 4,523 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) นอกจากนี้ยังพบการนำเข้าและส่งออกพริก ทั้งพริกสด พริกแห้ง และผลิตภัณฑ์ คิดเป็นมูลค่านำเข้า 6,446 ล้านบาทต่อปี และส่งออก 3,995 ล้านบาทต่อปี ซึ่งมีมูลค่าส่งออกซอสพริกสูงกว่า ถึง 3.7 เท่าของปี 2560 (รุ่งนภา, 2562) จากปริมาณการนำเข้าและส่งออกในรอบ 3 ปีย้อนหลัง (2559-2561) พบว่ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นทุกปี แสดงให้เห็นว่าความต้องการใช้พริกแห้งมีมากขึ้น แต่ปริมาณและคุณภาพของพริกที่ผลิตได้อาจจะไม่สอดคล้องหรือสม่ำเสมอกับความต้องการใช้ของผู้แปรรูป จึงมีการนำเข้าพริกแห้งเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2560 ธุรกิจการค้าเมล็ดพันธุ์ของไทย พบว่าการนำเข้าและส่งออกเมล็ดพันธุ์พริก คิดเป็นมูลค่านำเข้า112.54 ล้านบาท และส่งออก 769.87 ล้านบาท และมีแนวโน้มการผลิตสูงขึ้นทุกปีเช่นกัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

พริกสามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด โดยเฉพาะในดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี อินทรียวัตถุสูง ความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5.6-6.5 ชอบอากาศร้อนมากกว่าอากาศเย็น โดยการปลูกพริกแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ **ระยะต้นกล้า** จะทำการบ่มเมล็ดและเพาะเมล็ด ให้ปุ๋ยวันเว้นวัน และพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงทุก 5-7 วัน ก่อนย้ายปลูก 35 วัน **ระยะเตรียมแปลงย้ายปลูก** จะทำการไถเตรียมแปลง และยกร่อง หลังจากนั้นนำต้นกล้าย้ายปลูก 1 ต้นต่อหลุม ระยะปลูก 50 x 60 เซนติเมตร **ระยะหลังย้ายปลูก** จะทำการตัดแต่งทำค้างและให้ปุ๋ย 3 ระยะ (เจริญเติบโต ติดดอก-ติดผล และติดผล-เก็บเกี่ยว) และพ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงในทุกระยะการปลูกพริก และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังย้ายปลูกได้ 60 วัน โดยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตนาน 60-90 วัน

พริกขี้หนูเม็ดใหญ่หรือพริกแดงเป็นที่นิยมปลูกของเกษตรกร โดยสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมปลูกคือ ซุเปอร์ฮอต เป็นพริกขี้หนูเม็ดใหญ่ลูกผสม ต้านทานต่อโรคสูง เนื่องจากขั้วผลใหญ่ เนื้อหนา ทนทานต่อการขนส่งและผลผลิตต่อไร่สูง มีสีแดงสวยจึงนิยมนำมาแปรรูปเป็น ซอสพริก พริกป่น และสาร capsaicin เป็น 212±2.1 และ 3,832±0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลพริกเขียวและผลพริกแดงตามลำดับ (ศิริวรรณ ตี้ภู่ และคณะ, 2018) ซึ่งนำไปสกัดสารสำคัญแปรรูปเป็นเวชภัณฑ์ยา ราคาผลสดของพริกซุเปอร์ฮอตสูงกว่าสายพันธุ์ทั่วไป เฉลี่ย 4-6 บาท โดยราคาปัจจุบันเฉลี่ยพริกเขียวและพริกแดง 47.5 และ 51 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตลาดไท, 2563) มีผลผลิตเฉลี่ย 5-6 ตันต่อไร่ ช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตนาน 2-3 เดือน สามารถทำพริกตากแห้งได้ 1-1.5 กิโลกรัมจากน้ำหนักผลสด 3 กิโลกรัม (ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร, ม.ป.ป.)

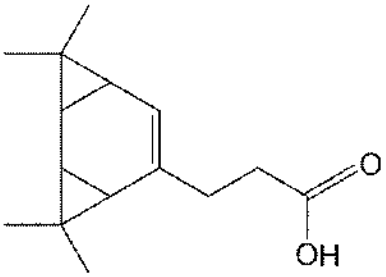
ปัญหาในการผลิตพริกมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิตสูง แรงงานในการเก็บเกี่ยวหายากและราคาสูง รวมถึงปัญหาด้านโรคและแมลงส่งผลต่อทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้ยังมีโรคบางชนิดยังสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ ทำให้เกษตรกรต้องใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างมาก ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการสารเคมีตกค้างและการส่งออก ทำให้ผลผลิตที่ได้คุณภาพ และความปลอดภัยไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด รวมถึงส่งผลต่อสภาวะสินค้าเกษตรเพื่อการแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งตามมาตรการด้านสุขอนามัยพืช จากอนุสัญญาว่าด้วยการอารักขาพืช IPPC ของการเปิดตลาดเสรีภายใต้ WTO ที่ว่าด้วย มีสารเคมีตกค้าง เศษซากพืช สัตว์ จุลินทรีย์ ติดไปกับผลผลิตและผลิตภัณฑ์ ทำให้มีปัญหากับประเทศคู่ค้า เช่น ญี่ปุ่น สิงคโปร์ สเปน นอร์เวย์ และออสเตรีย โดยในปี 2002-2008 ประเทศไทยได้ถูกปฏิเสธการนำเข้าสินค้าทางการเกษตรจากยุโรปและอเมริกามีมูลค่าถึง 15,512 และ 17,093 ล้านดอลลาร์สหรัฐตามลำดับ รวมถึงผักและผลไม้ไทยที่นำเข้าในตลาดยุโรปและอเมริกาถูกปฏิเสธการนำเข้าเนื่องสาเหตุส่วนใหญ่จากสารเคมีตกค้าง (unido, 2012) และ ในปี 2562 พริกแดงที่ส่งไปยังออสเตรเลียได้ถูกปฏิเสธเนื่องจากตรวจพบสาร Difenoconazole และ Propiconazole เกิดมาตกค้างเกินมาตรฐาน ส่วนในปี 2561 ออสเตรเลียได้มีการปฏิเสธการนำเข้าสินค้าจากไทยทั้งหมด 16 รายการ เนื่องจากพบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชต้องห้ามในผักและผลไม้สด (สำนักที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำกรุง

แคนเบอร์รา, 2562) และในปีเดียวกันเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) ได้แถลงผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักเกินมาตรฐาน พบว่าพริกมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์จากการสุ่มตรวจมีสารพิษตกค้างเกินมาตรฐาน และมีถึง 23 ชนิดที่ตกค้าง เป็นสารกลุ่ม organophosphate carbamate และ pyrethroid เป็นสารกำจัดแมลงและศัตรูพืช รวมถึงสารกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Thai-PAN, 2562)

การป้องกันกำจัดโรครากปมทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากไส้เดือนฝอยรากปมสามารถอยู่รอดในดินและสามารถแพร่กระจายไปกับน้ำได้ดีทำให้ควบคุมไม่ได้ผล รวมถึงการส่งเสริมให้เกษตรกรหลีกเลี่ยงปลูกในพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาด หรือปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่เป็นพืชอาศัยของไส้เดือนฝอยรากปม มักพบข้อจำกัดเรื่องการเช่าหรือย้ายพื้นที่ปลูก หรือการปลูกพืชหมุนเวียนที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตร รวมถึงระยะเวลาของการปลูกพืชหมุนเวียนนั้น ซึ่งอาจจะกระทบกับฤดูกาลปลูกพริก หรือการเพิ่มขั้นตอนที่ไม่สะดวกแก่เกษตรกร ดังนั้นเกษตรกรจึงยังดำเนินวิถีการปลูกแบบเดิมคือ การใช้สารเคมีกำจัดไส้เดือนฝอยรากปม แม้จะมีประสิทธิภาพแต่ทำให้เกิดการปนเปื้อนและพิษตกค้างของสารเคมีในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดของโรครากปมในพริก จังหวัดอุบลราชธานีก็ยังมีการศึกษาและวิจัยแนวทางแก้ไขปัญหาจากทั้งหน่วยงานรัฐบาลและมหาวิทยาลัยลงไปในพื้นที่ดังกล่าว ทั้งการใช้สารเคมี (มนตรี และคณะ 2558) หรือแนวทางเลือก เช่น การใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ การใช้สบู่ดำ การใช้เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี (ยุวดี และคณะ 2561; บัญชา, 2561) ซึ่งผลการทดลองจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าสามารถลดจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปม และลดความเสียหายของพริก ซึ่งตลอดระยะเวลา 10 กว่าปีที่ผ่านมายังมีการแพร่ระบาดของโรครากปมในพริกที่ จังหวัดอุบลราชธานี

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกหอมในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม พบว่าหญ้าแฝกหอมเป็นพืชอาศัยเล็กน้อยและมีคุณสมบัติทั้งทางตรง ในการฆ่าและไล่ไส้เดือนฝอยรากปมเทียบเคียงได้กับดาวเรืองฝรั่งเศสที่มีรายงานเกี่ยวกับสารสำคัญ alpha-terthienyl โดยพบว่าสารสกัดเอทานอลของหญ้าแฝกหอมมีสารกลุ่ม sesquiterpene acid (3,3,8,8 tetramethyltricyclo [5.1.0.0(2,4)] oct-5-ene-5-propanoic acid, ภาพที่ 1) ที่มีผลต่อการไล่ไส้เดือนฝอยรากปมซึ่งจะพบได้ในหญ้าแฝกหอมอายุ 2 เดือน และพบว่าสารสกัดน้ำของหญ้าแฝกหอมมีสารกลุ่ม polysaccharide และ uronic acid ที่มีผลทำให้ไส้เดือนฝอยเป็นอัมพาตและตาย ถึง 86.7 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติการไล่ได้เทียบเท่ากับสารสกัดดาวเรือง (Jindapunnapat et al., 2018) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงประสิทธิภาพการชักนำความต้านทานของสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมโดยการพ่นในข้าวพบว่าได้มีเทียบเท่าหรือมากกว่าสารเคมี Azibenzolar-S-methyl (BTH) ที่เป็นสารออกฤทธิ์กระตุ้นความต้านทานในพืช เนื่องจากสามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนต้านทาน OsWRKY45 และ OsEin2 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการพ่น เกี่ยวกับกระบวน SA pathway ในการสร้างสารทุติยภูมิ Salicylic acid และสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการแสดงออกของยีน OsPR1a เกี่ยวข้องกับ PR protein ซึ่งกระตุ้นความต้านทานในพืช ดังนั้นสารสกัดน้ำของหญ้าแฝกหอมชักนำให้ข้าวเกิดกลไกปกป้องตนเอง (plant defense mechanism) ทั้งระบบแบบไม่เจาะจงส่วนของพืช หรือที่

เรียกว่า Systemic Acquired Resistance (SAR) การกระตุ้นพืชโดยอาศัยกลไกปกป้องตนเองแบบ SAR นี้จะทำให้พืชสร้างความต้านทานต่อเชื้อโรคไม่เพียงแต่ไส้เดือนฝอยรากปม (Jindapunnapat, 2018) และมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเป็นปุ๋ยพืชสดของใบหญ้าแฝกหอมพบว่าที่อัตราส่วน 5% (w/w) สามารถลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมระหว่าง 46-67 เปอร์เซ็นต์ในแตงกวา แต่อย่างไรก็ตามที่ 9 วัน อัตราดังกล่าวมีผลต่อน้ำหนักสดของต้นแตงกวา มะเขือเทศ ยกเว้น พริก แต่เมื่อเก็บผลที่ 6 สัปดาห์ไม่พบความเป็นพิษของปุ๋ยพืชสดของใบหญ้าแฝกหอมมีผลต่อต้นกล้า (Jindapunnapat et al., 2019) นอกจากนี้พบว่าปุ๋ยหมักจากใบหญ้าแฝกตากแห้งอัตรา 2.25-4.45 ตันต่อเฮกตาร์ หรือปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกสด 31.25 ตันต่อเฮกตาร์ จะเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ความพรุนของดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ให้กับข้าวโพด ทำให้เพิ่มเจริญเติบโตและได้ผลผลิตสูงขึ้น (Roongtanakiat et al., 2000; Xu et al., 2003; Are et al., 2012)



ภาพที่ 1 โครงสร้างเคมีหลักของสารสกัดเอทานอลหญ้าแฝกหอม โดยวิธีการวิเคราะห์สารด้วยวิธี GC-MS sesquiterpene acid 3,3,8,8 tetramethyltricyclo [5.1.0.0(2,4)] oct-5-ene-5-propanoic acid แหล่งที่มา Jindapunnapat et al., 2018

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. อัตราและวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ในระดับแปลงทดลอง ที่สามารถลดการเพิ่มจำนวนประชากรไส้เดือนฝอย *Meloidogyne enterolobii* สาเหตุโรครากปมของพริกได้
2. กระบวนการใช้ต้นแบบผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 เพื่อเป็นแนวทางการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก
3. คู่มือการผลิตและการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ด้วยตนเองฉบับเกษตรกรผู้ปลูกพริก หรือเกษตรกรผู้สนใจ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การเก็บตัวอย่างและจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก

1.1 เก็บตัวอย่างและการเลี้ยงไส้เดือนฝอยรากปม

ทำการสุ่มโดยวิธี simple random method เก็บกระจายให้ครอบคลุมแปลง โดยเก็บตัวอย่างดินรอบรากพริกจำนวน 4 จุด โดยลึกประมาณ 20 เซนติเมตร นำมาดินมาผสมกันเลือกหนึ่งในสี่ส่วนเก็บลงถุงพลาสติกเก็บความชื้น และรากพริกที่แสดงอาการของโรครากปมถูกเก็บใส่ถุงพลาสติกเก็บความชื้น จำนวน 20 แปลง อำเภอเมือง และ จำนวน 7 แปลง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พร้อมจดบันทึกตำแหน่งด้วยเครื่อง GPS และบันทึกรหัสตัวอย่าง พร้อมข้อมูลสภาพแปลง ทำการสำรวจแปลงทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ระยะการเจริญเติบโตหรือเริ่มเก็บผลผลิต (1) และ ระยะเก็บผลผลิต (2) รวมถึงการสำรวจศึกษาปริมาณและจัดจำแนกสกุลไส้เดือนฝอยทางสัณฐานวิทยาในดิน โดยวิธี Baermann Funnel method ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ invert microscope และรากพริกถูกแยกกลุ่มไข่ด้วยวิธี single eggmass extraction ต่อรากพริกภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscope แล้วกลุ่มไข่นำไปฟักที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จะได้ตัวอ่อนระยะที่ 2 หลังจากนั้นปลูกเชื้อลงต้นกล้าพริกอายุ 14 วันที่ถูกย้ายลงดินฆ่าเชื้อในกระถางหลอดพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จนกระทั่งพริกอายุ 2.5 เดือน ตรวจสอบการแสดงอาการโรครากปม ศึกษาความถี่ของชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมโดยวิธีการทางโมเลกุล เฉพาะ *M. enterolobii* เท่านั้นจึงนำมาสกัดแยกไข่ ด้วยวิธี eggmass extraction โดยการเขี่ยกลุ่มไข่ และเขย่าด้วย 0.6% Sodium hypochlorite เป็นเวลา 3.5 นาทีและล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด หลังจากนั้นใส่ไข่ลงในถาดเพาะไข่ (hatching chamber) และบ่มที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน (Meyer et al., 2016) แล้วปลูกไส้เดือนฝอยเพื่อเพิ่มจำนวนในต้นกล้าพริก 14 วันอีกครั้ง จนกระทั่งพริกอายุ 2 เดือน สามารถนำไปทดสอบต่อไป

1.2 การจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมด้วยวิธีทางชีวโมเลกุล

นำไส้เดือนฝอยรากปมตัวเมียเต็มวัยจากต้นพริกด้วยวิธีการ single eggmass extraction ทำการสกัดดีเอ็นเอเพื่อจัดจำแนกชนิดโดยวิธีทางชีวโมเลกุล โดยอาศัยคู่ไพรเมอร์เฉพาะเจาะจง คือ 1108 และ C2F3 (Power and Harris, 1993) เพื่อแยกชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมคือ *Meloidogyne enterolobii* โดยจะมีค่าแถบดีเอ็นเอที่ 700 bp (Blok et al., 2002; Xu et al., 2004; Jindapunnapat 2012; ชนากานต์ และคณะ 2562) หลังจากนั้นทำการหาลำดับเบสของดีเอ็นเอ *M. enterolobii* ในแต่ละแปลงด้วยวิธีการ sequence analysis เพื่อใช้ในการระบุชนิดไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการแพร่ระบาดในแปลงผลิตพริก จังหวัดอุบลราชธานี

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

กิจกรรมที่ 2.1 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.1.1 การเก็บและรวบรวมหญ้าแฝกหอม

ปลูกขยายพันธุ์หญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ในแปลงปลูกเพื่อใช้ในการทดสอบเบื้องต้น และรวบรวมสายพันธุ์หญ้าแฝกหอมและหญ้าแฝกดอนจำนวน 11 สายพันธุ์ในบ่อซีเมนต์เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร จำนวน 11 บ่อ โดยมีการปรับพื้นที่และต่อระบบน้ำในแต่ละบ่อ ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการศึกษาประสิทธิภาพการตายของสารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ต้นอายุ 2 เดือน ถูกสกัดด้วย 2 กรรมวิธี คือ การหมักที่ 24 ชั่วโมง (VO) และ การต้มที่ 1 ชั่วโมง (VN) อัตราการใช้ที่ 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และทดสอบกับชนิดไส้เดือนฝอยรากปม จำนวน 2 ชนิด คือ *M. enterolobii* (Me) และ *M. incognita* (Mi) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ น้ำกลั่น และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร streptomycin sulfate (ST) โดยมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 5.2 mg/ml สารสกัดด้วยการหมักที่ 24 ชั่วโมง ทดสอบกับ *M. incognita*

กรรมวิธีที่ 2 5.2 mg/ml สารสกัดการต้มที่ 1 ชั่วโมง ทดสอบกับ *M. incognita*

กรรมวิธีที่ 3 ชุดควบคุม 0.5 mg/ml ST ทดสอบกับ *M. incognita*

กรรมวิธีที่ 4 ชุดควบคุมน้ำกลั่น ทดสอบกับ *M. incognita*

กรรมวิธีที่ 5 5.2 mg/ml สารสกัดด้วยการหมักที่ 24 ชั่วโมง ทดสอบกับ *M. enterolobii*

กรรมวิธีที่ 6 5.2 mg/ml สารสกัดการต้มที่ 1 ชั่วโมง ทดสอบกับ *M. enterolobii*

กรรมวิธีที่ 7 ชุดควบคุม 0.5 mg/ml ST ทดสอบกับ *M. enterolobii*

กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมน้ำกลั่น ทดสอบกับ *M. enterolobii*

ทำการทดสอบกับไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 จำนวน 20 ตัว ในถาดหลุมแบบ microplate ขนาด 96 หลุม และปิดทับด้วย adhesive film และพันรอบถาดด้วย parafilm นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การตาย (% mortality) ที่ 1-3 วัน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ invert microscope (Meyer et al., 2016) โดยทดสอบ 8 ซ้ำต่อ และทดสอบ 2 ครั้ง

กิจกรรมที่ 2.2 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

2.2.1 การศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอมระยะเตรียมแปลงปลูก

ทำการศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอมสด และ ใบหญ้าแฝกหอมแห้ง ต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริกอัมพวา โดยนำดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 ในกระถางขนาด 10 นิ้ว ผสมคลุมกับใบหญ้าแฝกใบหญ้าแฝกสายพันธุ์สงขลา 3 อายุ 2 เดือน จากสภาพแปลงปลูกคลุกลงดินในอัตราส่วน 3% และ 5% (w/w) หลังจากนั้น 1 วันทำการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัวลงในดินดังกล่าว เปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ ไม่ใส่ใบหญ้าแฝกหอม โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ใส่ใบหญ้าแฝกหอม และไม่ปลูกเชื้อ (GM1-)

กรรมวิธีที่ 2 ชุดควบคุม ไม่ใส่ใบหญ้าแฝกหอม และปลูกเชื้อ (GM2+)

กรรมวิธีที่ 3 ใบหญ้าแฝกสดในอัตราส่วน 3 % (w/w) และปลูกเชื้อ (GM3)

กรรมวิธีที่ 4 ใบหญ้าแฝกแห้งในอัตราส่วน 3 % (w/w) และปลูกเชื้อ (GM4)

กรรมวิธีที่ 5 ใบหญ้าแฝกสดในอัตราส่วน 5 % (w/w) และปลูกเชื้อ (GM5)

กรรมวิธีที่ 6 ใบหญ้าแห้งในอัตราส่วน 5 % (w/w) และปลูกเชื้อ (GM6)

หลังจากนั้น 10 วัน ย้ายต้นพริกอัมพวา อายุ 35 วัน ลงปลูกในกระถางดังกล่าว ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน ทำการเก็บผลการทดลอง 2 ระยะคือ เมื่อต้นพริกมีอายุ 1 เดือน และ 4 เดือน ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพริก ดัชนีการเกิดปม และปริมาณไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากพริก โดยมีทั้งหมด 6 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

2.2.2 การศึกษาการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ในการส่งเสริมความต้านทานต่อไส้เดือนฝอยรากปมของพริกในระยะต้นกล้า

ทำการปลูกเลี้ยงต้นกล้าพริกอัมพวาอายุ 7 วัน ในดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว โดยให้น้ำวันครั้ง ๆ ละ 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาผสมกับ 0.1% Tween 20 (สารจับใบ) แล้วนำมาพ่นบนใบพริกปริมาณ 5 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้น เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นทุก 3 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S1) กรรมวิธีที่ 2 พ่นทุก 5 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S2)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นทุก 7 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S3) กรรมวิธีที่ 4 พ่นทุก 10 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S4)

กรรมวิธีที่ 5 พ่นทุก 14 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S5) กรรมวิธีที่ 6 พ่นทุก 21 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S6)

กรรมวิธีที่ 7 พ่นทุก 28 วัน ก่อนปลูกเชื้อ (S7) กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมพ่นน้ำกลั่นปลูกเชื้อ (S8+) กรรมวิธีที่ 9 ชุดควบคุมพ่นน้ำกลั่นไม่ปลูกเชื้อ (S9-)

จนกระทั่งต้นกล้าอายุ 35 วันให้ทำการปลูกเชื้อตัวอ่อนระยะที่ 2 จำนวน 200 ตัว ทำการเก็บผลการทดลองหลังจากปลูกเชื้อ 6 สัปดาห์ โดยศึกษาการพัฒนาระยะการเจริญเติบโตของไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้าทำลายในรากพริกและจำนวนไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้ารากพริก โดยมีทั้งหมด 9 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

2.2.3 การแสดงออกของยีนต้านทานต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมระยะต้นกล้า

นำต้นพริกอายุ 35 วันถูกพ่นด้วยสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมบนใบพริก หลังจากนั้นปลูกเชื้อเปรียบเทียบกับไม่ปลูกเชื้อ โดยเปรียบเทียบชุดควบคุมคือ น้ำกลั่น และ สารสกัดหญ้าแฝกหอมความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เก็บผลการทดลองที่ 0 วัน 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน หลังการฉีดพ่น โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำ ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 0 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 0 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 3 น้ำ ปลูกเชื้อ ที่ 0 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ปลูกเชื้อ ที่ 0 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 5 น้ำ ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 3 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 6 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 3 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 7 น้ำ ปลูกเชื้อ ที่ 3 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 8 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ปลูกเชื้อ ที่ 3 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 9 น้ำ ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 10 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 11 น้ำ ปลูกเชื้อ ที่ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 12 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ปลูกเชื้อ ที่ 5 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 13 น้ำ ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 14 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ไม่มีการปลูกเชื้อ ที่ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 15 น้ำ ปลูกเชื้อ ที่ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ
กรรมวิธีที่ 16 สารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอม ปลูกเชื้อ ที่ 7 วันหลังการปลูกเชื้อ

โดยมีทั้ง 16 ทรีเมนต์ ๆ ละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น โดยปลูกในห้องที่ควบคุมแสง 12 ชั่วโมงในเวลากลางวัน และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ตัวอย่างต้นและรากถูกตัดและเก็บที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส หลังจากนำรากพริกแต่ละตัวอย่างบดเป็นผงด้วยไนโตรเจนเหลวและนำไปสกัด

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

RNA ด้วยวิธี RNA extraction และทำการวัดความเข้มข้น RNA ด้วยเครื่อง Nanodrop นำไปสังเคราะห์ cDNA ด้วยวิธีการ cDNA synthesis หลังจากนั้นตรวจสอบคุณภาพ cDNA ด้วยเครื่อง Nanodrop แล้วทำการศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทาน WRKY33 ด้วยคู่ไพร์เมอร์ (F: 5-GTCCTACCGGTGGCAATAGC-3 R: 5-TGCTTTGAAGCTTGGATCTTTG-3) และ PR1 ด้วยคู่ไพร์เมอร์ (F: 5-TGGTGTCGGCCCTATGACA-3 R: 5-GGCCACCAGAGTGTTGCAT-3) เปรียบเทียบกับ reference gene คือ Ubiquitin 3 และ Glyceraldehyde 3 phosphate dehydrogenase ด้วยวิธี Real time-PCR และวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม Bio-Rad CFX manage 3.0

2.2.4 การศึกษาอัตราการคลุกผสมใบหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมระยะย้ายปลูก

นำต้นกล้าพริกอายุ 35 วัน พร้อมกับนำผงแห้งใบหญ้าแฝกหอมรองก้นหลุมในดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว และให้ปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ในอัตราส่วน 1 กรัม (DS1) กรรมวิธีที่ 2 ในอัตราส่วน 3 กรัม (DS2)

กรรมวิธีที่ 3 ในอัตราส่วน 5 กรัม (DS3) กรรมวิธีที่ 4 ในอัตราส่วน 10 กรัม (DS4)

กรรมวิธีที่ 5 ชุดควบคุมที่มีการปลูกเชื้อ (DS5+) กรรมวิธีที่ 6 ชุดควบคุมที่ไม่มีการปลูกเชื้อ (DS6-)

หลังจากนั้น 1 วันทำการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัว ลงในกระถางดังกล่าว และทำการเก็บผลการทดลองเมื่อต้นพริกมีอายุ 6 สัปดาห์ ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพริก ดัชนีการเกิดปม ปริมาณไข่ต่อน้ำหนักกรัมราก โดยมีทั้ง 6 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

2.2.5 การศึกษาอัตราการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมต่อไส้เดือนฝอยรากปมระยะหลังย้ายปลูก

ทำการปลูกเลี้ยงต้นกล้าพริกอายุ 35 วัน ในดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว และให้ปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน หลังจากนั้นให้ทำการปลูกเชื้อตัวอ่อนระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัว หลังจากนั้น 1 วัน นำสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วพ่นสารรอบต้นพริกปริมาณ 5 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้น โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นสารทุก 3 วัน หลังปลูกเชื้อ (V1) กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารทุก 5 วัน หลังปลูกเชื้อ (V2)

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารทุก 7 วัน หลังปลูกเชื้อ (V3) กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารทุก 10 วัน หลังปลูกเชื้อ (V4)

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารทุก 14 วัน หลังปลูกเชื้อ (V5) กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารทุก 21 วัน หลังปลูกเชื้อ (V6)

กรรมวิธีที่ 7 พ่นสารทุก 28 วัน หลังปลูกเชื้อ (V7) กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมหลังปลูกเชื้อ (V8+)

กรรมวิธีที่ 9 ชุดควบคุม ไม่มีการปลูกเชื้อ (V9-)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ทำการเก็บผลการทดลอง 2 ระยะคือ เมื่อต้นพริกมีอายุ 1 เดือน และ 4 เดือน ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพริก ดัชนีการเกิดปม และปริมาณไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากพริก โดยมีทั้งหมด 9 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

2.2.6 การศึกษาการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมต่อไส้เดือนฝอยรากปมระยะหลังย้ายปลูก

นำต้นกล้าพริกอายุ 35 วัน ในดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว และให้ปุ๋ย 15-15-15 จำนวน 2 ครั้งต่อเดือน หลังจากนั้นให้ทำการปลูกเชื้อตัวอ่อนระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัว หลังจากนั้น 1 วัน นำสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วนำมาให้ที่บริเวณรอบต้นพริกห่างจากโคนต้น 1-2 นิ้ว ปริมาณ 5 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้น โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ให้สารทุก 3 วัน หลังปลูกเชื้อ (D1) กรรมวิธีที่ 2 ให้สารทุก 5 วัน หลังปลูกเชื้อ (D2)
กรรมวิธีที่ 3 ให้สารทุก 7 วัน หลังปลูกเชื้อ (D3) กรรมวิธีที่ 4 ให้สารทุก 10 วัน หลังปลูกเชื้อ (D4)
กรรมวิธีที่ 5 ให้สารทุก 14 วัน หลังปลูกเชื้อ (D5) กรรมวิธีที่ 6 ให้สารทุก 21 วัน หลังปลูกเชื้อ (D6)
กรรมวิธีที่ 7 ให้สารทุก 28 วัน หลังปลูกเชื้อ (D7) กรรมวิธีที่ 8 ชุดควบคุมหลังปลูกเชื้อ (D8+)
กรรมวิธีที่ 9 ชุดควบคุม ไม่มีการปลูกเชื้อ (D9-)

ทำการเก็บผลการทดลอง 2 ระยะคือ เมื่อต้นพริกมีอายุ 1 เดือน และ 4 เดือน ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพริก ดัชนีการเกิดปม และปริมาณไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากพริก โดยมีทั้งหมด 9 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการศึกษาหาปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพ (bioassay) ที่ค่าเปอร์เซ็นต์การตายของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับเปอร์เซ็นต์การตายของสารสกัดหญ้าแฝกหอม 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ น้ำกลั่น และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร streptomycin sulfate (ST) ทำการทดสอบกับไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 จำนวน 20 ตัว ในถาดหลุมแบบ microplate ขนาด 96 หลุม และปิดทับด้วย adhesive film และพันรอบถาดด้วย parafilm นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การตาย (% mortality) ที่ 1-3 วัน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ invert microscope (Meyer et al., 2016) โดยทดสอบ 8 ซ้ำต่อ และทดสอบ 2 ครั้ง

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสำคัญของสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ (เพิ่มเติม)

ทำการศึกษาสารสำคัญที่พบในสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อไส้เดือนฝอยรากปมโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพ (bioassay) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ สารสกัดหญ้าแฝกหอมมาตรฐาน น้ำกลั่น และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร streptomycin sulfate (ST) ทำการทดสอบกับไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 จำนวน 20 ตัว ในถาดหลุมแบบ microplate ขนาด 96 หลุม และปิดทับด้วย adhesive film และพันรอบถาดด้วย parafilm นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การตาย (% mortality) ที่ 1-3 วัน ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ invert microscope (Meyer et al., 2016) โดยทดสอบ 8 ซ้ำ

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพโรงเรือนทดลอง

ทำการศึกษากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเปรียบเทียบกับสารสกัดหญ้าแฝกหอมและชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ และไม่มีการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปม โดยนำดินร่วนผสมทรายฆ่าเชื้อในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมใบหญ้าแฝกสดในอัตราส่วน 5 % (w/w) ในกระถางขนาด 10 นิ้ว หลังจากนั้นปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัว ทิ้งไว้ 10 วัน ย้ายปลูกต้นกล้าพริกลงกระถางปลูกดังกล่าวที่เตรียมไว้ ทำการพ่นผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในอัตราการ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หรือพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมละลายน้ำในอัตราส่วน 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทุก 10 วัน และให้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมหรือสารสกัดหญ้าแฝกหอมในอัตราดังกล่าวทางดิน ทุก 21 วัน จนครบ 4 เดือน โดยมีกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมปลูกเชื้อ (P) กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดหญ้าแฝกหอมปลูกเชื้อ (E)

กรรมวิธีที่ 3 ชุดควบคุม ปลูกเชื้อ (PC) กรรมวิธีที่ 4 ชุดควบคุม ไม่ปลูกเชื้อ (NC)

ทำการเก็บผลการทดลองเมื่อต้นพริกมีอายุ 4 เดือน ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพริก และปริมาณไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากพริก โดยมีทั้งหมด 4 กรรมวิธี ๆ ละ 15 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การเก็บตัวอย่างและจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก

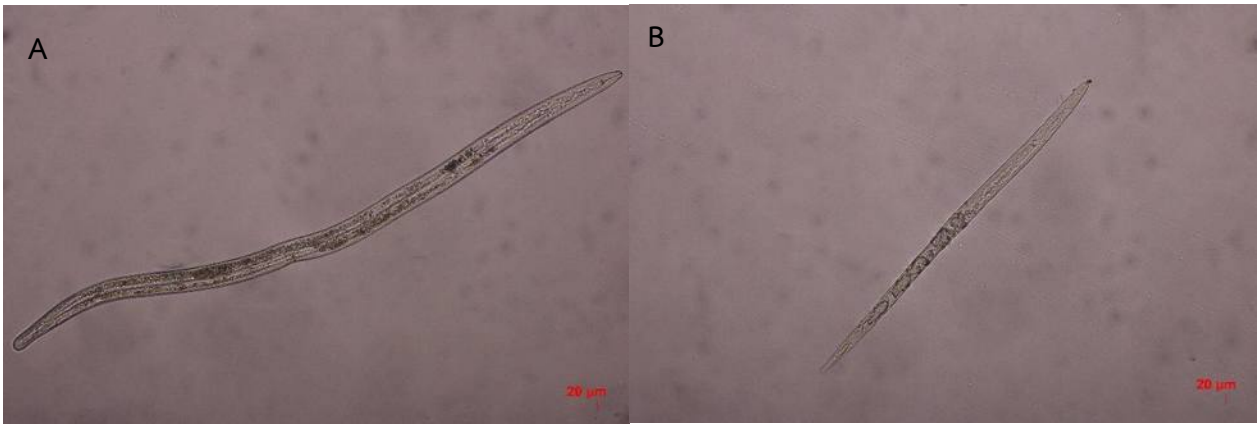
1.1 เก็บตัวอย่างและการเลี้ยงไส้เดือนฝอยรากปม

จากผลการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างดินและรากพริกในพื้นที่แปลงปลูกพริก อำเภอเมือง (UM) จำนวน 20 แปลง และ อำเภอวารินชำราบ (UV) จำนวน 7 แปลง จังหวัดอุบลราชธานี โดยทำการสำรวจแปลงจำนวน 2 ครั้ง คือ ระยะการเจริญเติบโตและเริ่มเก็บผลผลิตของพริก อายุ 45-90 วัน (ภาพที่ 2) และ ระยะการเก็บผลผลิตของพริก อายุ 120-150 วัน (ภาพที่ 3) จากผลการสำรวจแปลงพริกพบไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการแพร่กระจายอยู่ในพื้นที่ที่ทำการสำรวจในอำเภอเมืองเท่ากับ 92.17 เปอร์เซ็นต์ และอำเภอวารินชำราบเท่ากับ 29 เปอร์เซ็นต์ โดยไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่พบดินได้แก่ *Meloidogyne* sp. *Tylenchorynchus* sp. *Pratylenchus* sp. *Hoplolaimus* sp. *Helicotylenchus* sp. *Criconema* sp. *Tylenchus* sp. และ *Aphelenchus* sp. โดยพบไส้เดือนฝอยศัตรูพืชที่มากที่สุดในดินแปลงพริกคือ *Tylenchorynchus* sp. มีค่าเฉลี่ย 20.6 ตัว และ 27.6 ตัว (ภาพที่ 4A) และรองลงมาคือ *Meloidogyne* sp. มีค่าเฉลี่ย 2.53 ตัว และ 0 ตัว (ภาพที่ 4B) ทั้งในอำเภอเมือง และ อำเภอวารินชำราบตามลำดับ จากผลการสำรวจความรุนแรงของการเกิดโรครากปมหรือดัชนีการเกิดปม พบว่าพริกแดงแสดงอาการเกิดโรครากปมที่รุนแรงมากขึ้น โดยค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 4.6 และ 1.43 ของอำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบตามลำดับ ส่วนพริกหนุ่มและพริกหยวกค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 1.27 และ 3.06 ของอำเภอเมือง (ตารางที่ 1) ดังนั้นจากการสำรวจความรุนแรงของโรครากปมในแปลงพริกจาก 27 แปลงพบว่าการเกิดโรครากปม 20 แปลง คิดเป็น 74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่สำรวจ โดยพริกระยะการเจริญเติบโตและระยะเริ่มเก็บผลผลิตพบค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 0.45 และ 1.29 ของอำเภอวารินชำราบและเมืองตามลำดับ ส่วนพริกระยะเก็บผลผลิตพบค่าเฉลี่ยดัชนีการเกิดปมเท่ากับ 1.43 และ 3.53 ของอำเภอวารินชำราบและเมืองตามลำดับ (ภาพที่ 5) อย่างไรก็ตามพบว่าความรุนแรงของโรครากปมมากขึ้นเมื่อพริกถึงระยะเก็บผลผลิตจะแสดงอาการของโรครากปมให้เห็นชัดเจน และจากการสำรวจพบว่าในพื้นที่ป่าเปิดใหม่หรือการปลูกครั้งแรกจะไม่พบการเกิดโรครากปม (UV2-UV6) แต่พบการระบาดของแมลงหวี่ขาวและเพลี้ยไฟในพื้นที่ค่อนข้างสูง

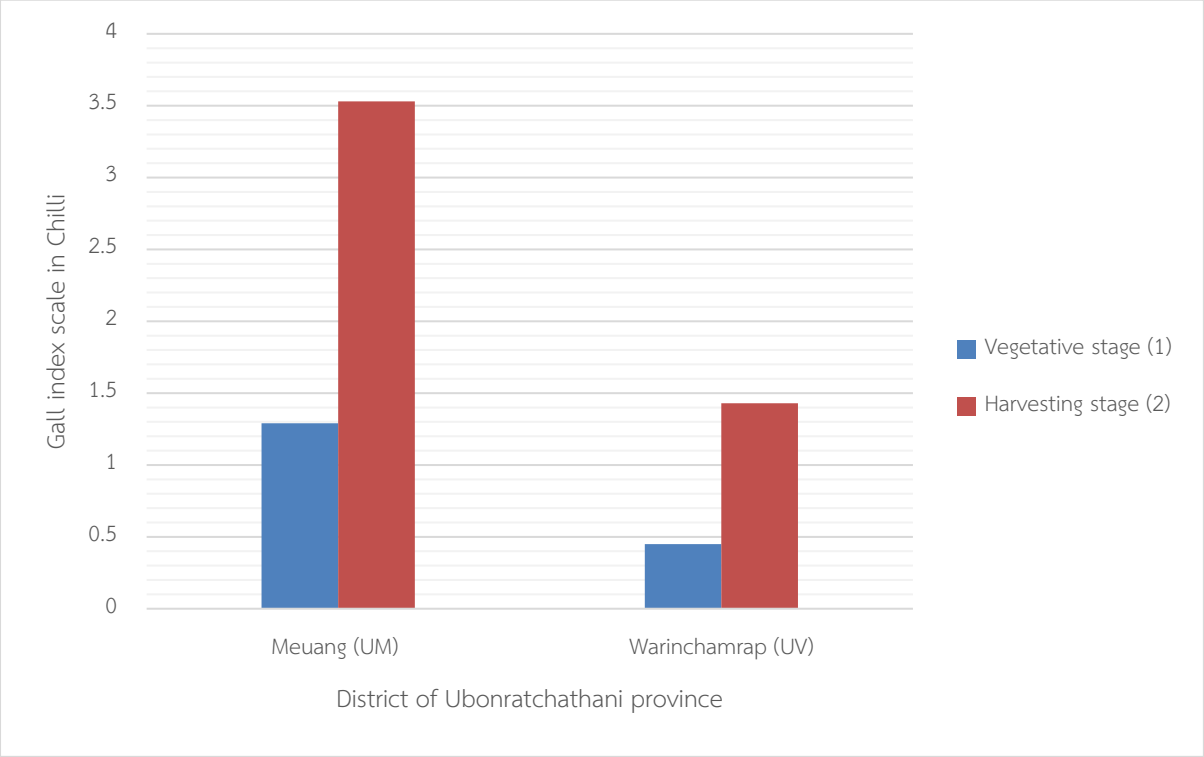
ภาพที่ 2 สภาพแปลงพริก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี ในการสำรวจโรครากปมครั้งที่ 1

ภาพที่ 3 สภาพแปลงพริก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี ในการสำรวจโรครากปมครั้งที่ 2

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 4 ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช A: *Tylenchorynchus* sp. และ B: *Meloidogyne* sp.



ภาพที่ 5 ดัชนีการเกิดปมในพริกทั้ง อำเภอเมือง (UM) และ อำเภอวารินชำราบ (UV) จังหวัดอุบลราชธานี

Vegetative stage: ระยะการเจริญเติบโตของพริกอายุ 45-90 วัน (สำรวจครั้งที่ 1)

Harvesting stage: ระยะเก็บผลผลิตของพริกอายุ 120-150 วัน (สำรวจครั้งที่ 2)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระดับการเกิดปมของพริกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จากการสำรวจแปลงพริก ณ. จังหวัดอุบลราชธานี

รหัสแปลง*	GPS	ชนิดพริก**	ตัวอ่อนระยะที่ 2 ในดิน	ดัชนีการเกิดปม****	
			ครั้งที่ 1***		ครั้งที่ 2
UV1	15°04'32.0"N 104°56'38.0"E	พริกแดง	0	2.67	5
UV2	15°07'33.0"N 104°56'30.0"E	พริกแดง	0	0	0
UV3	15°07'29.0"N 104°56'20.0"E	พริกแดง	0	0	0
UV4	15°07'32.0"N 104°56'38.0"E	พริกแดง	0	0	0
UV5	15°07'32.0"N 104°56'37.0"E	พริกแดง	0	0	0
UV6	15°07'35.0"N 104°56'36.0"E	พริกแดง	0	0	0
UV7	15°07'13.6"N 104°55'55.0"E	พริกแดง	NA	NA	5
ค่าเฉลี่ย				**0.45**	**1.43**
UM1	15°24'50.0"N 104°48'21.0"E	พริกหยวก	1	1.67	3
UM2	15°24'48.0"N 104°48'21.0"E	พริกหยวก	0	0	3
UM3	15°24'49.0"N 104°48'19.0"E	พริกหนุ่ม	0	0	0
UM4	15°24'50.0"N 104°48'17.0"E	พริกหนุ่ม	0	0	2
UM5	15°24'48.0"N 104°48'18.0"E	พริกหนุ่ม	0.4	1.67	2.33
UM6	15°24'47.0"N 104°48'18.0"E	พริกหนุ่ม	0.1	0	2
UM7	15°24'44.0"N 104°48'46.0"E	พริกหนุ่ม	0	0	0
UM8	15°24'43.0"N 104°48'47.0"E	พริกหยวก	1.7	1.67	2.67
UM9	15°24'39.0"N 104°48'47.0"E	พริกแดง	7.2	3	3
UM10	15°24'40.0"N 104°48'49.0"E	พริกแดง	12.9	5	5
UM11	15°24'40.0"N 104°48'47.0"E	พริกแดง	2.6	3	5

รหัสแปลง*	GPS	ชนิดพริก**	ตัวอ่อนระยะที่ 2 ในดิน	ดัชนีการเกิดปม****	
			ครั้งที่ 1***		ครั้งที่ 2
UM12	15°24'40.0"N 104°48'48.0"E	พริกแดง	9.5	2	5
UM13	15°24'41.0"N 104°48'48.0"E	พริกแดง	0	0	5
UM14	15°24'39.0"N 104°48'49.0"E	พริกแดง	0	0	4.67
UM15	15°24'37.0"N 104°48'46.0"E	พริกแดง	NA	NA	3
UM16	15°24'47.0"N 104°48'32.0"E	พริกแดง	NA	NA	5
UM17	15°24'46.9"N 104°48'31.0"E	พริกแดง	NA	NA	5
UM18	15°24'46.0"N 104°48'30.0"E	พริกแดง	NA	NA	5
UM19	15°24'48.0"N 104°48'16.0"E	พริกแดง	NA	NA	4.5
UM20	15°24'46.0"N 104°48'16.0"E	พริกแดง	NA	NA	5
ค่าเฉลี่ย				**1.29**	**3.53**

* รหัสแปลง: UV = ต. โพธิ์ใหญ่ อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี; UM = ต.ขี้เหล็ก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี

** ชนิดพริก: พริกแดง : พันธุ์อัมพวา พริกหนุ่ม : พันธุ์กระดังงา พริกหยวก

*** ครั้งที่ 1; ระยะเจริญเติบโตและพริกเริ่มเก็บผลผลิต 45-90 วัน; ครั้งที่ 2 ระยะเก็บผลผลิต 120-150 วัน

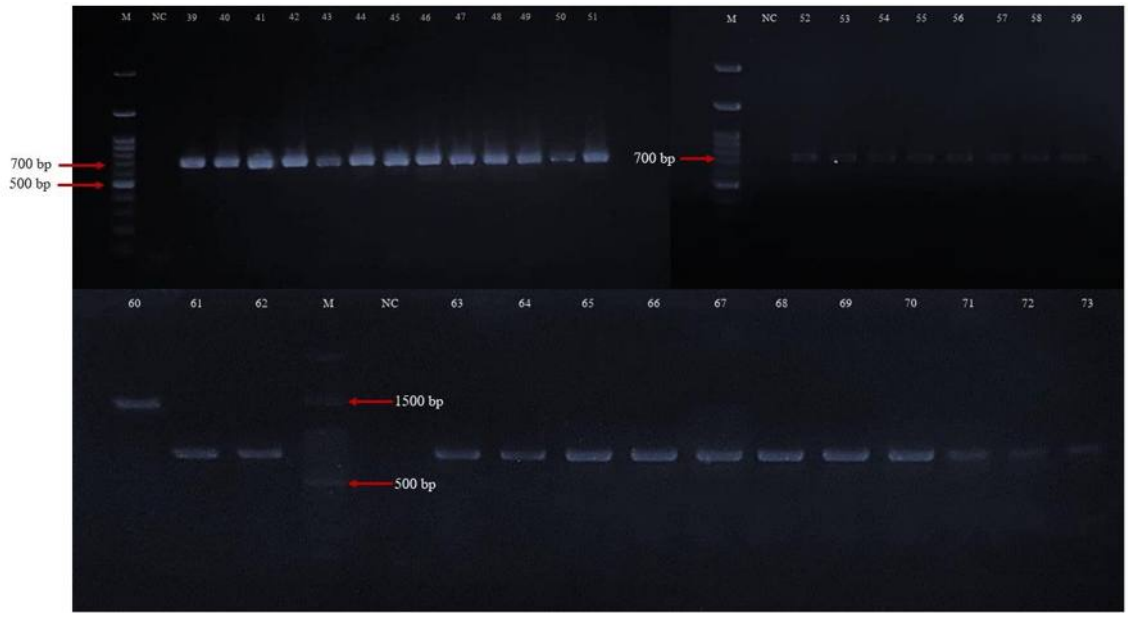
**** ดัชนีการเกิดปม; Gall index scale (Hussey and Janssen, 2002):

0 = ไม่อาการรากปม 1 = พบอาการรากปมเล็กน้อย 2 = ≤25 % พบอาการรากปมของระบบราก 3 = 26-50 % พบอาการรากปมของระบบราก 4 = 51-75 % พบอาการรากปมของระบบราก 5 = > 75 % พบอาการรากปมของระบบราก

[a]Mean±SD; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P>0.05) SPSS version 23.0 ANOVA Duncan จำนวน 3 ซ้ำต่อแปลงสำหรับดัชนีการเกิดปม และ จำนวน 10 ซ้ำต่อแปลงสำหรับตัวอ่อนระยะที่ 2 ในดิน

1.2 การจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมด้วยวิธีทางชีวโมเลกุล

นำไส้เดือนฝอยรากปมเพศเมียตัวเต็มวัยที่ได้จากการแยกกลุ่มไข่ด้วยวิธี single eggmass มาสกัดดีเอ็นเอและจัดจำแนกชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมด้วยวิธีชีวโมเลกุล โดยใช้คู่ไพร์เมอร์ 1108 และ C2F3 จากผลการทดลองพบว่า ขนาดดีเอ็นเอ (PCR product) เท่ากับ 700 และ 1500 คู่เบส (ภาพที่ 6) ซึ่งสามารถระบุชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการระบาดอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวคือ *Meloidogyne enterolobii* และ *M. incognita* จากผลการตรวจสอบชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมพบ *M. enterolobii* มีการอาศัยร่วมกันกับ *M. incognita* ในพื้นที่ ตำบลขี้เหล็ก อำเภอเมือง ในอัตราส่วน 80 : 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในระยะเก็บผลผลิตของพริก (ตารางที่ 2, ภาพที่ 7) ส่วน ตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภอวารินชำราบ พบเฉพาะ *M. enterolobii* ทั้งระยะเจริญเติบโตของพริก และระยะเก็บผลผลิต (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างขนาดดีเอ็นเอบางส่วนของไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในแปลงพริก จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ไพร์เมอร์ C2F3 และ 1108 ขนาดประมาณ 700 คู่เบส คือ *Meloidogyne enterolobii* และขนาดประมาณ 1500 คู่เบส คือ *Meloidogyne incognita* เมื่อเปรียบเทียบกับแถบดีเอ็นเอมาตราฐาน 100 คู่เบส M: แถบดีเอ็นเอมาตราฐาน NC: ชุดควบคุมที่ไม่มีการใส่ดีเอ็นเอ

ตารางที่ 2 การจัดจำแนกชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก ณ อำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี จากการสำรวจครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

รหัสแปลง*	ชนิดพริก**	ชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปม (species)****	
		ครั้งที่ 1***	ครั้งที่ 2
UV1	พริกแดง	*M. enterolobii**	*M. enterolobii*
UV2	พริกแดง	-	-
UV3	พริกแดง	-	-
UV4	พริกแดง	-	-
UV5	พริกแดง	-	-
UV6	พริกแดง	-	-
UV7	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*
UM1	พริกหยวก	*M. enterolobii*	*M. enterolobii*
UM2	พริกหยวก	-	*M. enterolobii* ***M. incognita***
UM3	พริกหนุ่ม	-	-
UM4	พริกหนุ่ม	-	*M. enterolobii*
UM5	พริกหนุ่ม	*M. enterolobii*	*M. enterolobii* ***M. incognita***
UM6	พริกหนุ่ม	-	*M. enterolobii*
UM7	พริกหนุ่ม	-	-
UM8	พริกหยวก	*M. enterolobii*	*M. enterolobii*
UM9	พริกแดง	*M. enterolobii*	*M. enterolobii* ***M. incognita***
UM10	พริกแดง	*M. enterolobii*	*M. enterolobii* ***M. incognita***
UM11	พริกแดง	*M. enterolobii*	*M. enterolobii*
UM12	พริกแดง	*M. enterolobii*	*M. enterolobii*
UM13	พริกแดง	-	*M. enterolobii* ***M. incognita***
UM14	พริกแดง	-	*M. enterolobii*
UM15	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

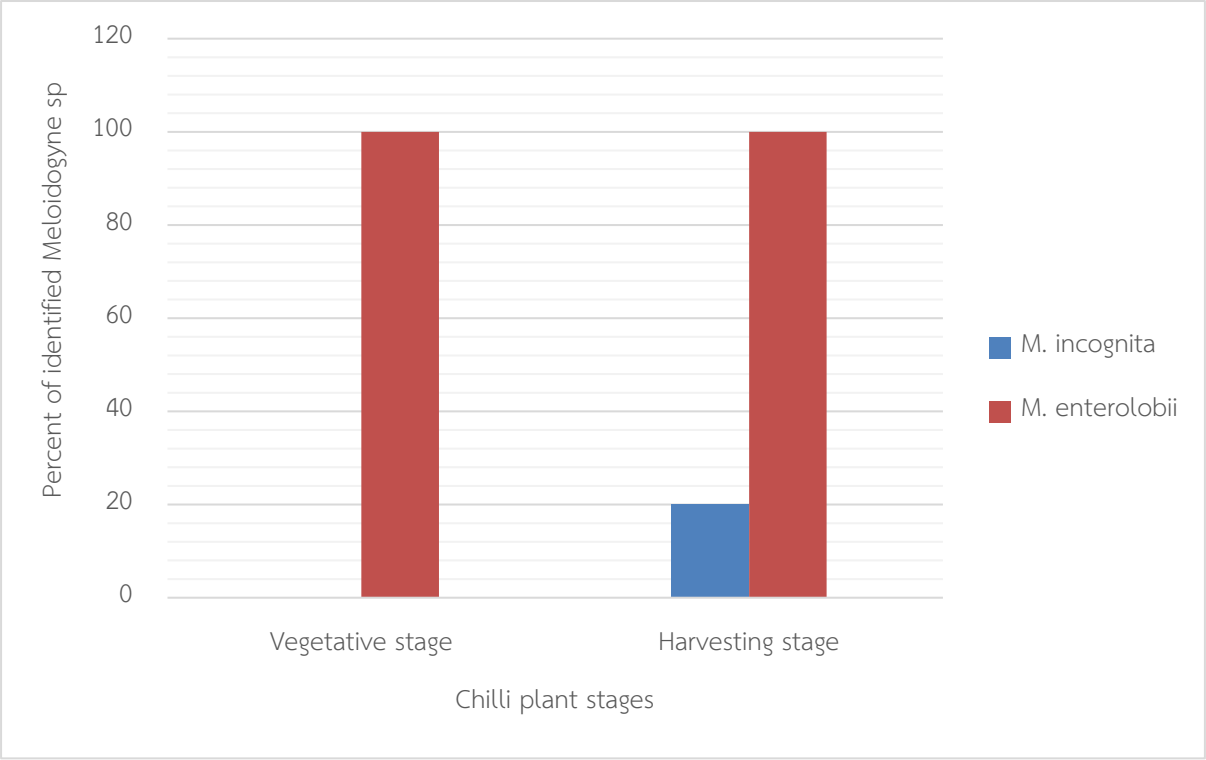
รหัสแปลง*	ชนิดพริก**	ชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปม (species)****	
		ครั้งที่ 1***	ครั้งที่ 2
UM16	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*
UM17	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*
UM18	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*
UM19	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*
UM20	พริกแดง	NA	*M. enterolobii*

* รหัสแปลง: UV = ต. โพธิ์ใหญ่ อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี; UM = ต.ขี้เหล็ก อ. เมือง จ. อุบลราชธานี

** ชนิดพริก: พริกแดง : พันธุ์อัมพวา พริกหนุ่ม : พันธุ์กระดังงา พริกหยวก

*** ครั้งที่ 1; ระยะเจริญเติบโตและพริกเริ่มเก็บผลผลิต 45-90 วัน; ครั้งที่ 2 ระยะเก็บผลผลิต 120-150 วัน

****5 สายพันธุ์บริสุทธิ์/ทรีเมนต์ (5 isolates/treatment)



ภาพที่ 7 การจัดจำแนกชนิดสายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมตามระยะการเจริญเติบโตของพริก อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

กิจกรรมที่ 2.1 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.1.1 การเก็บและรวบรวมหญ้าแฝกหอม

ต้นกล้าสายพันธุ์สงขลา 3 จากที่ได้รับความอนุเคราะห์จากแปลงปลูกกล้าพันธุ์จากกรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดมหาสารคาม เพื่อใช้ในการทำสารสกัดหญ้าแฝกหอมมาตรฐานในโครงการย่อยที่ 1 และนำมาปลูกขยายพันธุ์เพื่อใช้ในงานวิจัยเบื้องต้นในโครงการย่อยที่ 2 (ภาพที่ 8B) และส่งต่อต้นกล้าพันธุ์ให้กลับโครงการย่อยที่ 3 เป็นต้นพันธุ์ในการเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (ภาพที่ 8A)

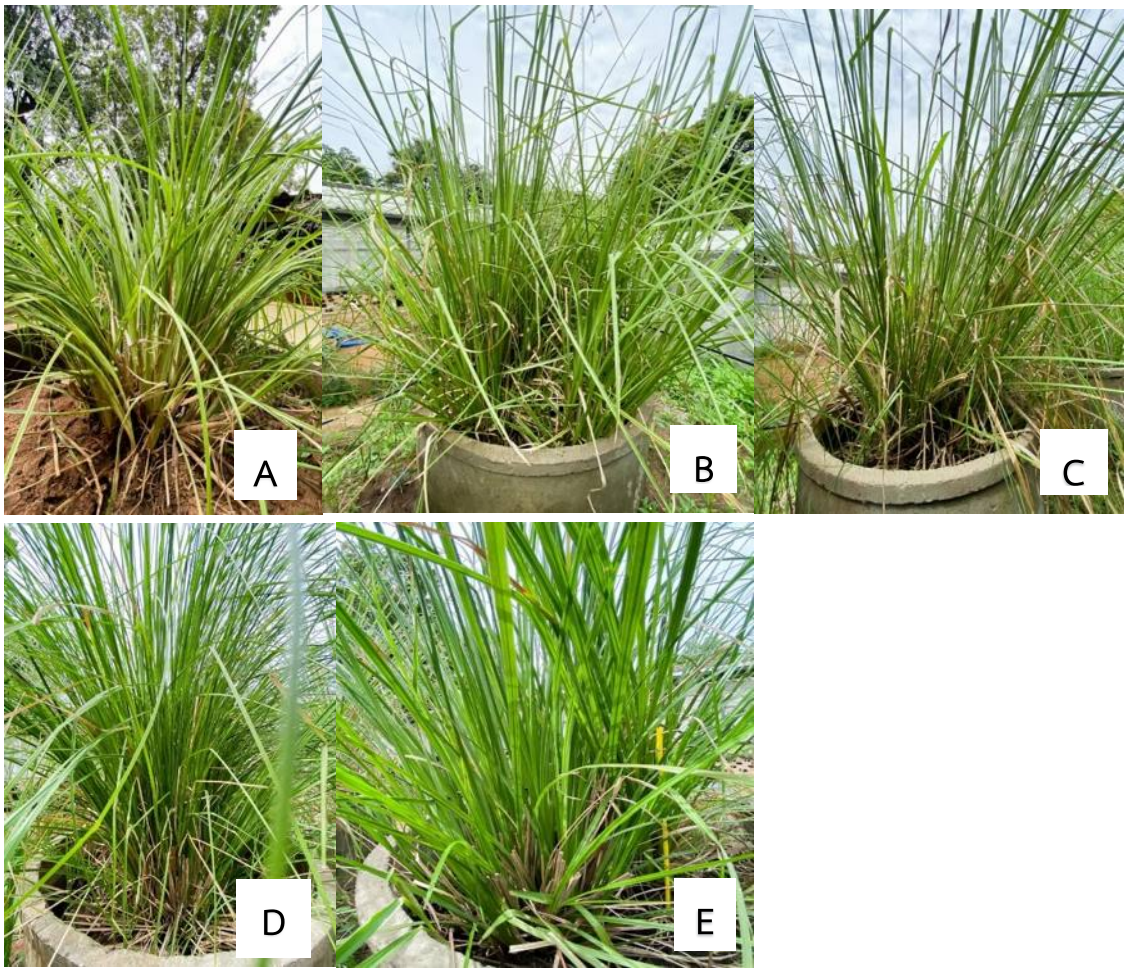
ภาพที่ 8 ต้นกล้าหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 จากแปลงปลูกกล้าพันธุ์ กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัดมหาสารคาม นำมาปลูกรวบรวมหญ้าแฝกหอม ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

A: ต้นกล้าหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 จากกรมพัฒนาที่ดิน B: แปลงปลูกหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3

ทำการรวบรวมสายพันธุ์หญ้าแฝกทั้งหมด 11 สายพันธุ์ (ตารางที่ 3) โดยได้รับความอนุเคราะห์สายพันธุ์จากศูนย์ส่งเสริมการใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร หญ้าแฝกหอม จำนวน 6 สายพันธุ์ (ภาพที่ 9) และหญ้าแฝกดอนจำนวน 5 สายพันธุ์ (ภาพที่ 10) เพื่อใช้ทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

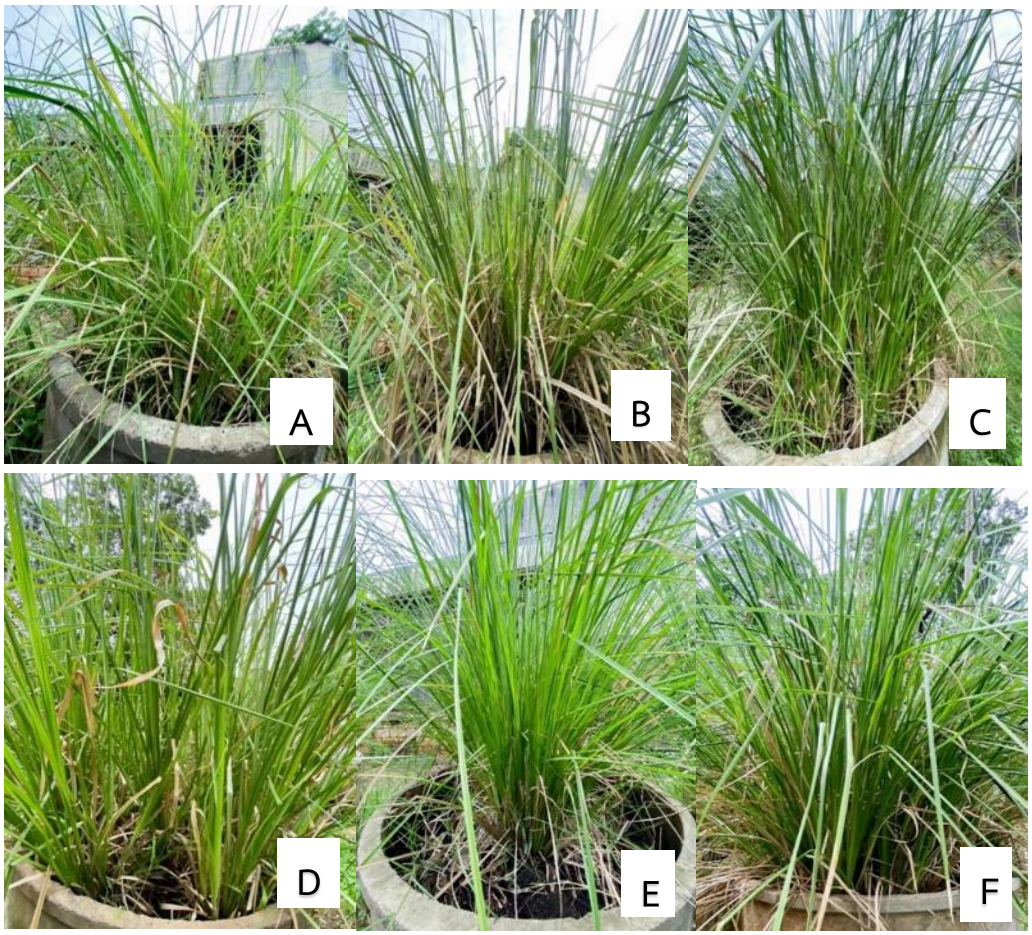
ตารางที่ 3 รายชื่อสายพันธุ์หญ้าแฝกที่ถูกรวบรวมและปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หญ้าแฝกกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides*)	**หญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis*)**
พันธุ์พระราชทาน	ประจวบคีรีขันธ์
สุราษฎร์ธานี	กำแพงเพชร 1
ศรีลังกา	ร้อยเอ็ด
แม่ฮ่องสอน	ราชบุรี
สงขลา 3	นครสวรรค์
กำแพงเพชร 2	



ภาพที่ 9 สายพันธุ์แฝกดอนที่ปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

A = ราชบุรี; B = ประจวบคีรีขันธ์; C = นครสวรรค์; D = กำแพงเพชร 1; E = ร้อยเอ็ด



ภาพที่ 10 สายพันธุ์แฝกหอมที่ปลูก ณ โรงเรือนอารักขาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

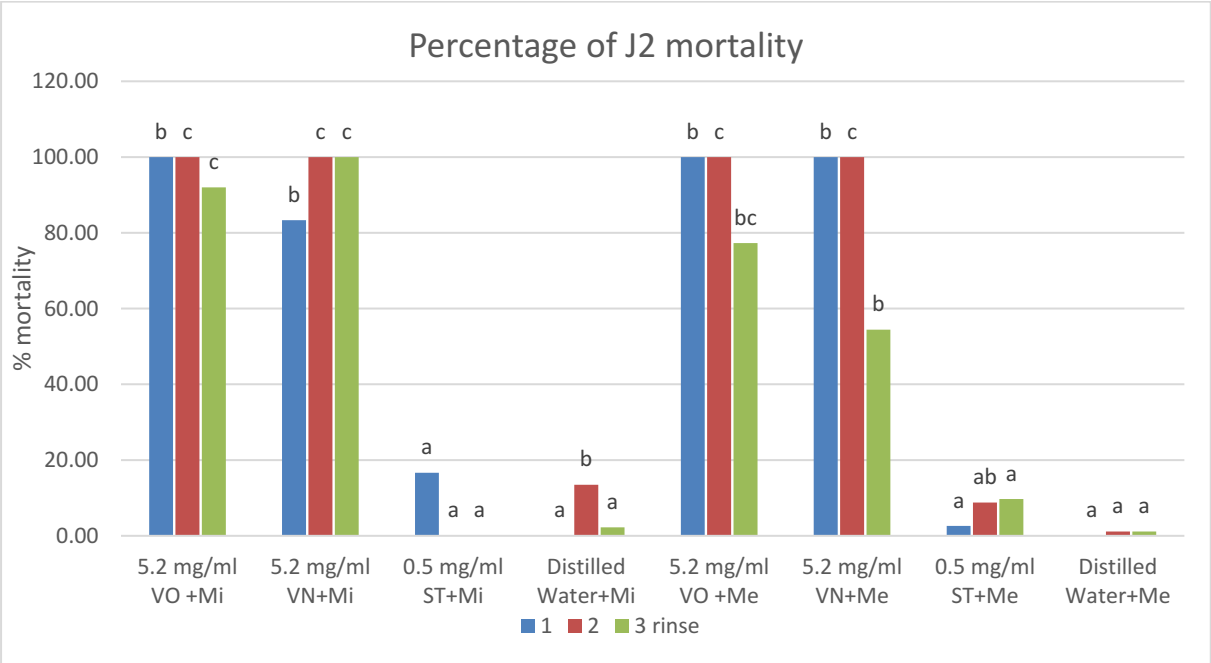
A = แม่ฮ่องสอน; B = พระราชทาน; C = สงขลา 3; D = สุราษฎร์ธานี; E = กำแพงเพชร 1; F = ศรีลังกา

2.1.2 การศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ

นำสารสกัดหยาบหญ้าแฝกหอมที่ได้จากโครงการที่ 1 โดยมีกรรมวิธีการสกัดสารจำนวน 2 กรรมวิธีคือ การหมักที่ 24 ชั่วโมง และการต้ม 1 ชั่วโมงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยรากปมทั้ง 2 ชนิดสายพันธุ์ คือ *Meloidogyne incognita* และ *M. enterolobii* เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง โดยมีการล้างสารสกัดออกเมื่อผ่านไป 48 ชั่วโมงและตรวจสอบผลหลังการล้างสารสกัดออกที่ 72 ชั่วโมง จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมจากกรรมวิธีสกัดทั้ง 2 กรรมวิธีให้ผลต่ออัตราการตายของไส้เดือนฝอยทั้ง 2 ชนิดสายพันธุ์ไม่แตกต่างกันภายใน 48 ชั่วโมง (83.33-100%) เมื่อมีการล้างสารสกัดออกหลังจาก 48 ชั่วโมงพบว่า *M. incognita* ยังมีอัตราการตายที่สูงมาก (92-100%) ส่วน *M. enterolobii* มีบางส่วนสามารถฟื้นกลับแต่ยังคงมีอัตราการตายที่ค่อนข้างสูง (54.43-77.30%) ดังนั้นสารสกัด

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

หญ้าแฝกหอมสามารถควบคุม *M. incognita* ได้ดีกว่า *M. enterolobii* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามสารสกัดหญ้าแฝกหอมยังคงมีความสามารถในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้อยู่ในระดับค่าเฉลี่ยรวม 80.93 เปอร์เซนต์ ในระดับห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 11)



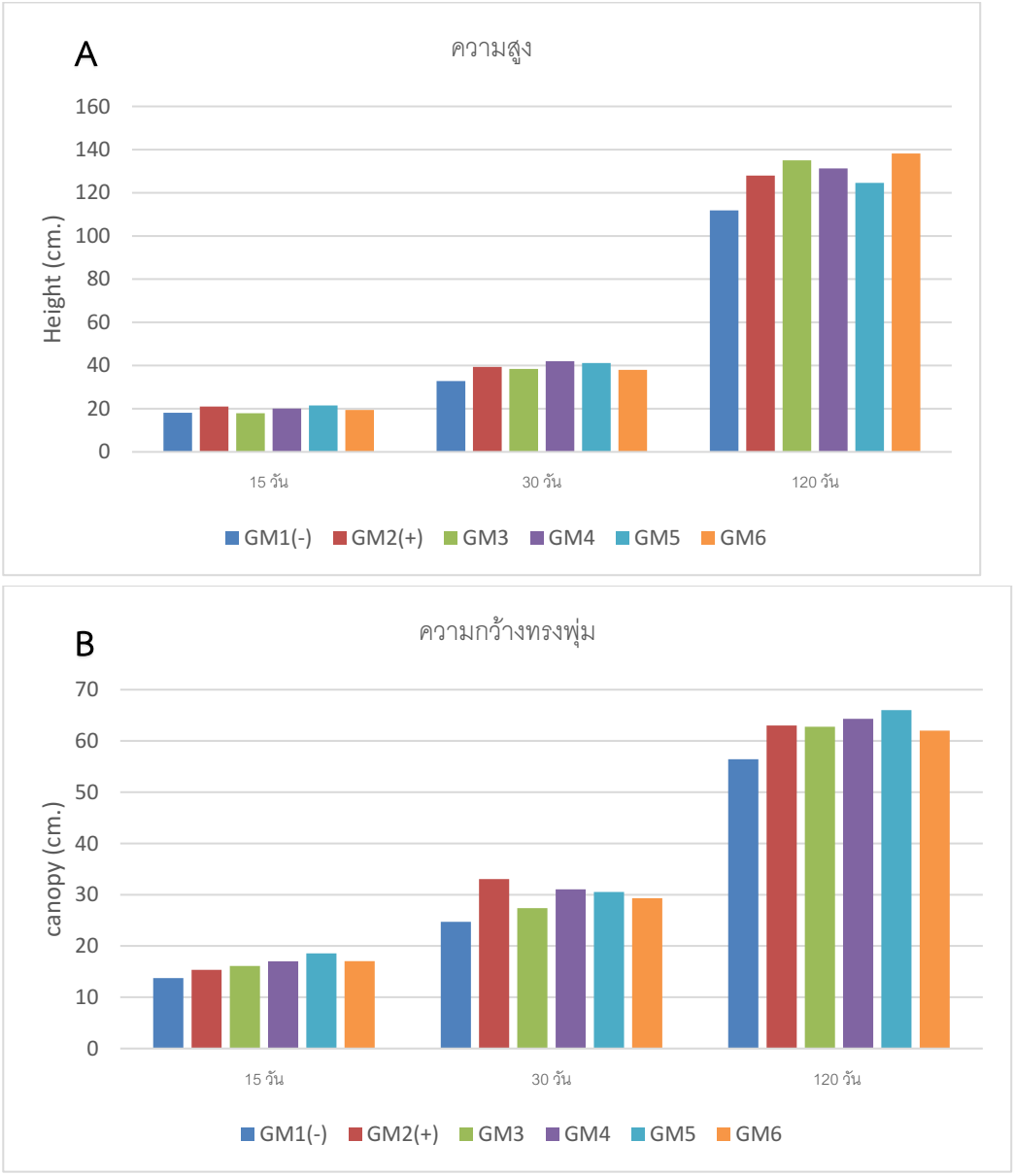
ภาพที่ 11 แสดงอัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปม Meloidogyne incognita และ M. enterolobii VO = สารสกัดหยาบหญ้าแฝกหอมที่สกัดด้วยกรรมวิธีการหมัก 24 ชั่วโมง VN = สารสกัดหยาบหญ้าแฝกหอมที่สกัดด้วยกรรมวิธีการต้ม 1 ชั่วโมง Mi = ไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* Me = ไส้เดือนฝอยรากปม *M. enterolobii* อัตราความเข้มข้นของสารสกัดหญ้าแฝกหอมเท่ากับ 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 20 ตัวต่อซ้ำ 8 ซ้ำต่อทรีเมนต์ ทดลอง 2 ครั้ง

กิจกรรมที่ 2.2 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

2.2.1 การศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอมระยะเตรียมแปลงปลูก

ทำการศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอมสด และ ใบหญ้าแฝกหอมแห้ง ในอัตราส่วน 3% และ 5% ของน้ำหนักดิน (w/w) ในดินที่มีการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 หลังจากนั้นปลูกต้นกล้าพริกลงในดินผสมหญ้าแฝกหอมดังกล่าว (ภาพที่ 12) ผลการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของพริกโดยความสูงและความกว้างทรงพุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีเมนต์ที่ 15 วัน 30 วัน และ 120 วันหลังปลูกพริก (ภาพที่ 13A-B)

ภาพที่ 12 การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอมในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมระดับโรงเรือนทดลอง



ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของพริกต่ออัตราการใช้ปุ๋ยพืชสดจากใบหญ้าแฝกหอม ที่ 15 วัน 30 วัน และ 120 วัน A: ความสูง (cm.) และ B: ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)

[a] GM1 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control) GM2 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control); GM3=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 3% (w/w); GM4=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกแห้ง 3% (w/w); GM5 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w); GM6 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w)

ตารางที่ 3A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อปุ๋ยพืชสด/แห้งของใบหญ้าแฝกหอม

[a] กรรมวิธี	ต้น		ราก		ความสูง (cm.)	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)					
GM1 (-)	15.2a	1.8a	7.8a	0.5a	32.8a	24.7a	15.6a	0.00a	0a
GM2 (+)	25.2abc	2.8ab	10ab	0.5a	39.4a	33a	17.8ab	48.2c	1b
GM3	24.8abc	2.5ab	9.7ab	0.5a	38.4a	27.4a	24bc	38.4bc	1b
GM4	28.4bc	2.9ab	14.4b	0.6a	42a	31a	25.1c	10.9ab	1b
GM5	32.4c	3.5b	14.7b	0.8a	41.2a	30.5a	26.8c	5.8ab	1b
GM6	19.0ab	1.9a	9.9ab	0.5a	38a	29.3a	24.2bc	36.7bc	1b

ตารางที่ 3B น้ำหนักต้นและน้ำหนักรากสด ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อปุ๋ยพืชสด/แห้งของใบหญ้าแฝกหอม

[a]กรรมวิธี	ต้น	ราก	ความสูง (cm.)	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักสด (g.)					
GM1 (-)	186.25a	28.51a	111.7a	56.4a	40.14ab	0a	0a
GM2 (+)	177.14a	22.56a	128a	63a	39.86a	5426.6b	1b
GM3	290b	40.30a	135a	62.8a	39.23ab	676.5a	1b
GM4	235ab	30.79a	131.3a	64.3a	38.42ab	209.2a	1b
GM5	260ab	36.72a	124.6a	66a	37.48ab	247.7a	1b
GM6	231.11ab	41.28a	138.2a	62a	45.03b	139.4a	1b

[a] GM1 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control) GM2 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control); GM3=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 3% (w/w); GM4=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบ

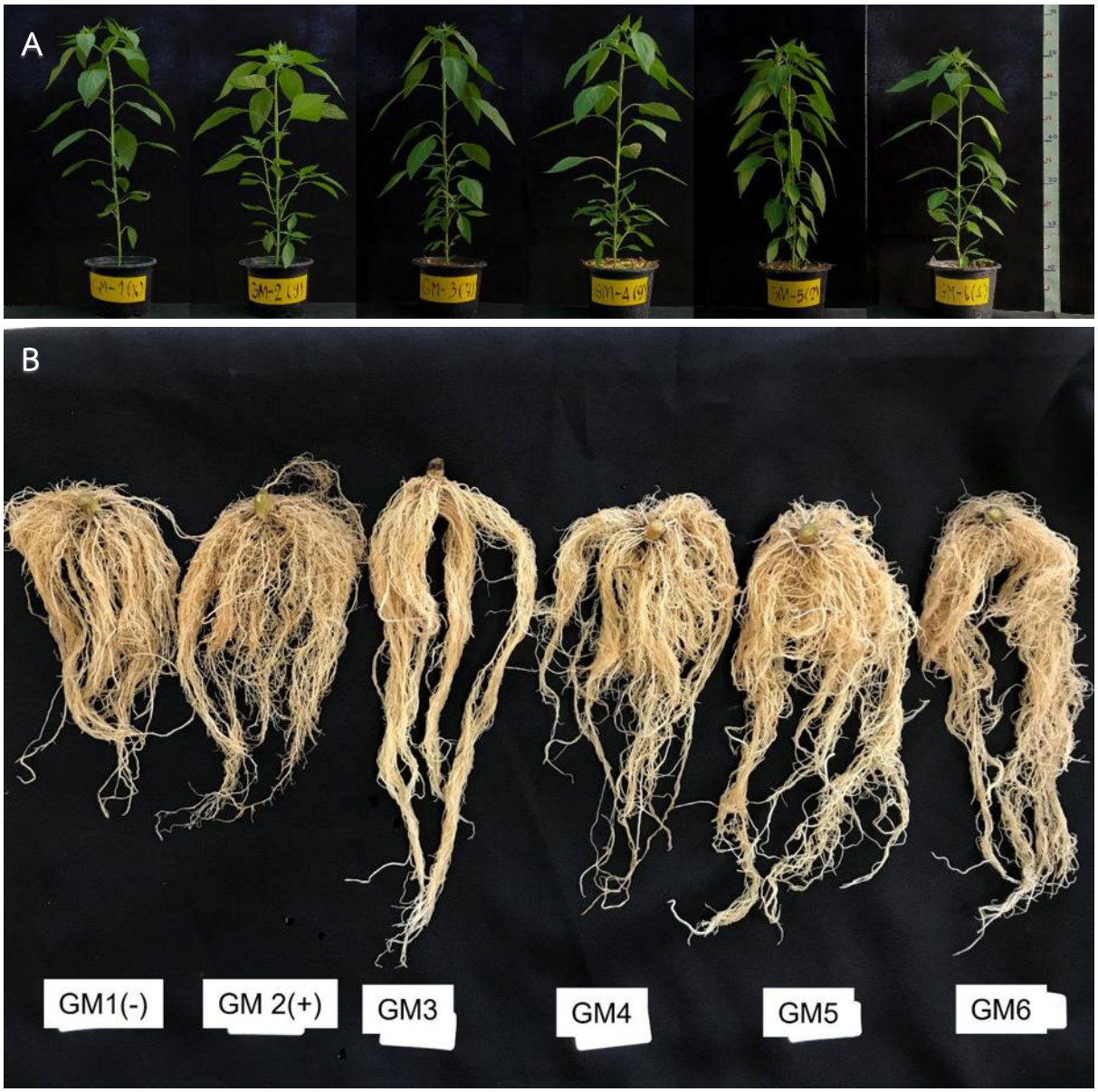
ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

หญ้าแฝกแห้ง 3% (w/w); GM5 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w); GM6 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w);

[a]Mean; ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) SPSS version 16.0 ANOVA Duncan จำนวน 10 ซ้ำต่อทรีเมนต์

แต่อย่างไรก็ตามหลังจากปลูกพริก 30 วันพบว่าการใส่ใบหญ้าแฝกหอมแห้ง 3% และสด 5% เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของพริกทั้งส่วนน้ำหนัก ความยาวรากแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม และอัตราจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากลดลง 87.96 เปอร์เซนต์ (GM5) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ถึงแม้ว่าดัชนีการเกิดปมจะไม่แตกต่างกับชุดควบคุมที่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปมก็ตาม (ตารางที่ 3A; ภาพที่ 14) นอกจากนี้ยังพบว่าการเจริญเติบโตพริกที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการได้ปุ๋ยพืชสดจากหญ้าแฝกหอมที่อายุ 120 วัน ในทุกกรรมวิธี (ภาพที่ 15) โดยไม่แสดงความเป็นพิษเมื่อมีการใส่ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอมดังกล่าว (ตารางที่ 3B) และอัตราจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากลดลง 95.43 เปอร์เซนต์ (GM5) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (GM2)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 14 การเจริญเติบโตของพริกในใส่ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอม อายุ 30 วัน

A = ความสูงและความกว้างทรงพุ่ม; B = ความยาวราก

GM1 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control) GM2 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control); GM3=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 3% (w/w); GM4=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกแห้ง 3% (w/w); GM5 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w); GM6 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w)

ภาพที่ 15 การเจริญเติบโตของรากพริกในใส่ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอม อายุ 120 วัน

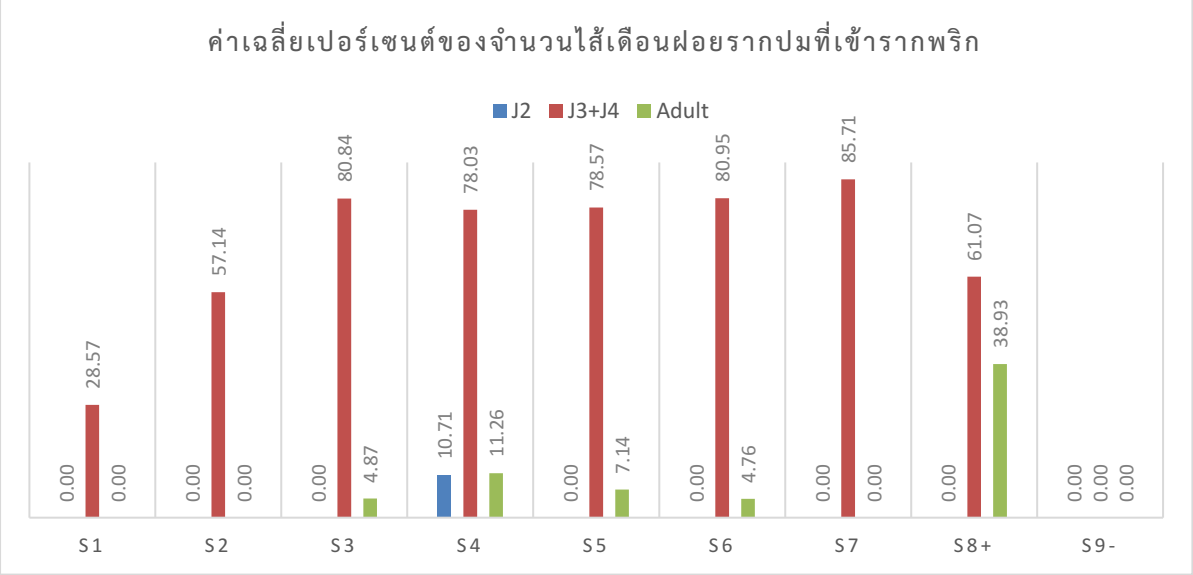
GM1 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control) GM2 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control); GM3=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 3% (w/w); GM4=ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกแห้ง 3% (w/w); GM5 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w); GM6 = ไส้เดือนฝอยรากปม+ใบหญ้าแฝกสด 5% (w/w)

ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดหญ้าแฝกหอมมีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริก โดยเพิ่มมวลน้ำหนักสะสมในพริกทั้งต้นและราก และช่วยลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมตั้งแต่พริกอายุ 30-120 วัน โดยกรรมวิธีให้ผลดีคือ ใส่ใบหญ้าแฝกหอมแห้ง 3% และหญ้าแฝกสด 5% ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

2.2.2 การศึกษาการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมระยะต้นกล้า

ทำการศึกษาการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระยะต้นกล้าเพื่อส่งเสริมความต้านทานของพืช เป็นระยะเวลา 30 วันก่อนการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม ผลการทดลองพบว่าการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถชะลอการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมได้ในทุกกรรมวิธี พบว่าการพัฒนาตัวของไส้เดือนฝอยรากปมอยู่ที่ตัวอ่อนระยะที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่การพัฒนาตัวของไส้เดือนฝอยรากปมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นตัวเต็มวัยเท่ากับ 38.93 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าอัตราการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมทุก 3 วัน และ 5 วัน สามารถชักนำความต้านทานในพืชได้ เนื่องจากมีปริมาณไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้ารากพริกน้อยเท่ากับ 28.57 เปอร์เซ็นต์ และ 57.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีอื่นเพียงสามารถชะลอการพัฒนาตัวของไส้เดือนฝอยรากปมและลดการเข้าทำลายรากประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของจำนวนและการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้ารากพริก

J2: ไส้เดือนฝอยรากปมตัวอ่อนระยะที่ 2; J3+J4: ไส้เดือนฝอยรากปมตัวอ่อนระยะที่ 3 และ 4; Adult: ไส้เดือนฝอยรากปมตัวเต็มวัย

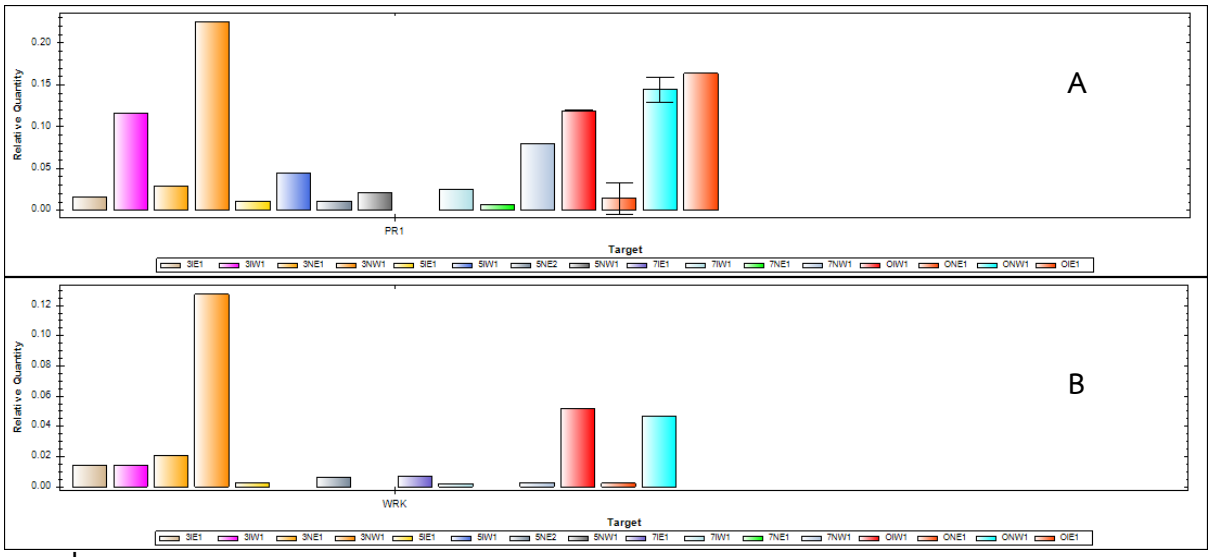
S1 = พ่นทุก 3 วัน ก่อนปลูกเชื้อ; S2 = พ่นทุก 5 วัน ก่อนปลูกเชื้อ; S3 = พ่นทุก 7 วัน ก่อนปลูกเชื้อ

S4 = พ่นทุก 10 วัน ก่อนปลูกเชื้อ; S5 = พ่นทุก 14 วัน ก่อนปลูกเชื้อ; S6 = พ่นทุก 21 วัน ก่อนปลูกเชื้อ

S7 = พ่นทุก 28 วัน ก่อนปลูกเชื้อ; S8+ = มีการปลูกเชื้อ; S9- = ไม่มีการปลูกเชื้อ

2.2.3 การแสดงออกของยีนต้านทานต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมระยะต้นกล้า

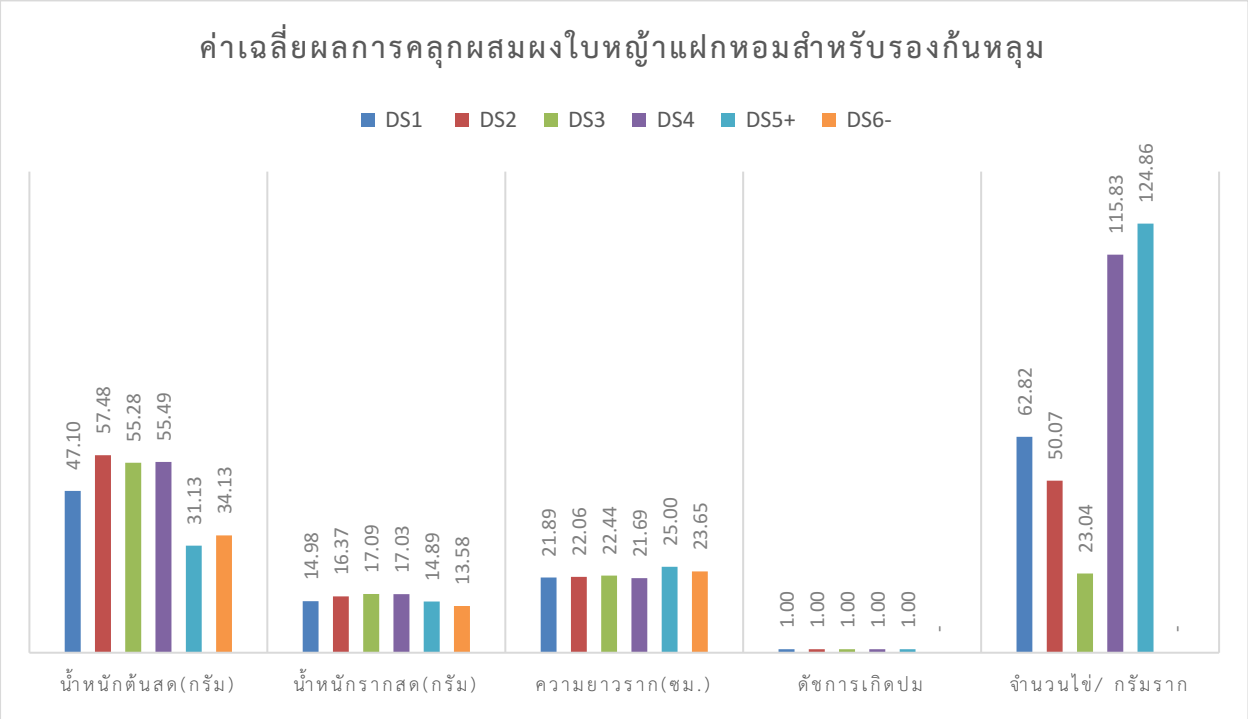
ทำการศึกษาการแสดงออกของยีนต้านทานจำนวน 2 ยีนคือ WRKY33 และ PR1 เปรียบเทียบกับ reference gene คือ Ubiquitin 3 และ Glyceraldehyde 3 phosphate dehydrogenase จากผลการทดลองการพ่นอัตราสารสกัดหญ้าแฝกหอมอัตราส่วน 5.2 mg/ml จำนวน 1 ครั้ง ในระยะต้นกล้า โดยภาพรวมพบว่าไม่สามารถกระตุ้นของ WRKY33 ที่เกี่ยวข้องกับ Salicyclic pathway และ PR1 ของต้นกล้าพริกได้ แต่อย่างไรก็ตามพบความผิดพลาดจากการทดลองในส่วนชุดควบคุมที่พ่นน้ำเกิดการแสดงออกของยีน PR1 ดังนั้นผลการทดลองนี้ยังไม่เป็นที่น่าเชื่อถือ จึงอาจต้องมีการทดลองใหม่เพื่อยืนยันผลอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 17 วิเคราะห์การกระตุ้นการแสดงออกของยีน PR1 และ WRKY33 ต้นกล้าพริก ด้วยโปรแกรม Bio-Rad CFX manage 3.0 A = PR1 gene; B = WRKY33 gene

2.2.4 การศึกษาอัตราการคลุกผสมใบหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมระยะย้ายปลูก

ทำการศึกษาอัตราการคลุกผสมผงใบหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมในการรองก้นหลุมเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมในระยะย้ายปลูกต้นกล้าพริก ผลการทดลองพบว่า ในทุกกรรมวิธีที่นำผงใบหญ้าแฝกหอมสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพริกได้ในระยะเวลา 45 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการคลุมผสมผงใบหญ้าแฝกหอมทั้งกรรมวิธีที่มีการปลูกเชื้อและไม่มีการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยรากปม แต่อย่างไรก็ตามการนำผงใบหญ้าแฝกหอมคลุกผสมรองก้นหลุมไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักรากพริกและความยาวรากพริก ในส่วนผลต่อไส้เดือนฝอยรากปมการนำผงใบหญ้าแฝกหอมคลุกผสมรองก้นหลุมสามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (DS5+) พบว่าในอัตรา 1 กรัม 3 กรัม และ 5 กรัม เท่ากับ 49.69 59.90 และ 81.07 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่อัตรา 10 กรัม ไม่สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นการคลุกผสมผงใบหญ้าแฝกหอมรองก้นหลุมที่อัตรา 5 กรัมดีที่สุด (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยผลการคลุมผสมผงใบหญ้าแฝกหอมสำหรับรองก้นหลุมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมและการเจริญเติบโตของพริก

DS1 = อัตรา 1 กรัมผงใบหญ้าแฝกหอมและปลูกเชื้อ; DS1 = อัตรา 3 กรัมผงใบหญ้าแฝกหอมและปลูกเชื้อ
DS3 = อัตรา 5 กรัมผงใบหญ้าแฝกหอมและปลูกเชื้อ; DS4 = อัตรา 10 กรัมผงใบหญ้าแฝกหอมและปลูกเชื้อ
DS5+ = มีการปลูกเชื้อ; DS6- = ไม่มีการปลูกเชื้อ

2.2.5 การศึกษาอัตราการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมระยะหลังย้ายปลูก

นำสารสกัดหยาบหญ้าแฝกหอมที่ได้จากโครงการที่ 1 เพื่อศึกษาอัตราการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่เหมาะสม รวมถึงการเจริญเติบโตของพริก และการลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม เพื่อลดการระบาดและหาวิธีการควบคุมโรครากปม จากผลการทดลองที่ 30 วันพบว่ามีแนวโน้มให้พริกเจริญเติบโตและสะสมน้ำหนักได้ดี และสารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่เป็นพิษต่อพริกถึงแม้จะมีความถี่ในการใส่สารก็ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพริกอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมมีผลต่อการลดปริมาณไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้าทำลายรากพริกในทุกกรรมวิธีอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าความถี่ในการพ่นสารสกัดที่ดีที่สุดคือ ทุก 10 วัน สามารถลดจำนวนไข่ต่อระบบรากเท่ากับ 85.57 เปอร์เซ็นต์ และถ้าพ่นทุก 28 วันสามารถลดจำนวนไข่ต่อระบบรากได้เท่ากับ 42.41 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ตารางที่ 4A)

จากผลการทดลองที่ 120 วันพบว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพริกอย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมทุก 10 วันสามารถชะลอการเกิดโรครากปมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (V8) จากค่าเฉลี่ยระดับการเกิดปมที่ 2.8 เหลือ 1.2 และสามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 77.16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่พบว่ารากที่มีการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมจะมีความยาวรากที่ลดน้อยลงกว่าชุดควบคุม ซึ่งการพ่นไม่สามารถส่งเสริมให้พริกมีรากที่ยาวขึ้นได้

ตารางที่ 4A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม

กรรมวิธี	ต้น		ราก		ความสูง (cm.)	ความกว้างทรงพุ่ม (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อกรัมน้ำหนักราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)					
V1	53.74ab	10.28b	8.37bc	1.28ab	72a	32.5a	23.2a	13.7ab	1b
V2	57.72b	4.13a	8.43bc	1.14ab	72.5a	37.9abc	24.6a	12.3ab	1b
V3	51.27ab	8.40b	7.99bc	1.17ab	72.2a	36.5abc	24.0a	13.2a	1b
V4	61.62b	16.14b	8.92bc	1.51b	75.2a	40.4bc	21.8a	11.4a	1b
V5	44.71a	9.29b	5.95a	0.96a	77.3a	34.8ab	24.6a	33.3b	1b
V6	60.52b	10.08b	9.26c	1.19ab	77.1a	42.6c	18.8a	31.8b	1b
V7	57.04b	14.04b	8.67bc	1.49b	74.5a	38.6abc	24.0a	33.5b	1b
V8 (+)	51.09ab	3.32a	7.06ab	1.00a	78.2a	37abc	22.1a	79c	1b
V9 (-)	53.76ab	3.18a	8.27bc	1.02a	82.5a	39.2abc	19.4a	0a	0a

ตารางที่ 4B น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม

กรรมวิธี	ต้น	ราก	ความสูง (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อน้ำหนักราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักสด (g.)				
V1	205bc	26.3ab	135.6bc	50a	1415.7c	2.6bcd
V2	225d	27.9ab	138.8bc	49.2a	710.3bc	2bcd
V3	176.7bc	23.1ab	134.4bc	42.8a	480.9ab	1.4abc
V4	186.7bc	25.7ab	121.8ab	36.6a	155.2a	1.2ab
V5	163.3ab	19.1a	130abc	46.4a	422ab	2bcd
V6	126.7a	16.5a	114a	40.8a	374.8ab	1.2ab
V7	227.5d	24.6ab	141.8c	44.4a	747.3bc	3.2c
V8 (+)	185bc	21.7ab	124.8abc	48.4a	679.6bc	2.8cd
V9 (-)	222.5d	33.1b	135.8bc	238b	0a	0a

V1 = พ่นทุก 3 วัน+RKN; V2 = พ่นทุก 5 วัน+RKN; V3 = พ่นทุก 7 วัน+RKN; V4 = พ่นทุก 10 วัน+RKN; V5 = พ่นทุก 14 วัน+RKN; V6 = พ่นทุก 21 วัน+RKN; V7 = พ่นทุก 28 วัน+RKN; V8 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control) และ V9 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control)

ดังนั้นการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตในการเพิ่มมวลน้ำหนักของต้นและรากพริกได้ในช่วงต้นกล้าพริก และสามารถลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมในช่วงต้นกล้าจนพริกอายุ 30 วัน (42.41-85.57%) ขึ้นอยู่กับความถี่ในการพ่น ซึ่งในพริกอายุ 30 วันยังแสดงอาการรากปมเพียงเล็กน้อย เมื่อพริกอายุครบ 120 วัน พบว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริก และพริกแสดงอาการรากปมได้อย่างชัดเจนในชุดควบคุมอยู่ในระดับ 2.8 (~ 50 เปอร์เซนต์) แต่การพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถชะลอการเกิดโรครากปมอยู่ในระดับ 1.2-2 (≤ 25 เปอร์เซนต์) จากผลการทดลองที่ 30 วัน และ 120 วันพบว่า การพ่นสารทุก 10 วันเป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *M. enterolobii* ในพริกสายพันธุ์อัมพวา โดยสามารถลดจำนวนไข่ได้ถึง 77.16 เปอร์เซนต์ ในพริกอายุ 120 วัน

ภาพที่ 19 การเจริญเติบโตของรากพริกสำหรับการพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอม อายุ 120 วัน
V1 = พ่นทุก 3 วัน+RKN; V2 = พ่นทุก 5 วัน+RKN; V3 = พ่นทุก 7 วัน+RKN; V4 = พ่นทุก 10 วัน+RKN; V5 = พ่นทุก 14 วัน+RKN; V6 = พ่นทุก 21 วัน+RKN; V7 = พ่นทุก 28 วัน+RKN; V8 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control) และ V9 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control)

2.2.6 การศึกษาการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมระยะหลังย้ายปลูก

นำสารสกัดหยาบหญ้าแฝกหอมที่ได้จากโครงการที่ 1 เพื่อศึกษาอัตราการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดินต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมที่เหมาะสม รวมถึงการเจริญเติบโตของพริก และการลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม เพื่อลดการระบาดและหาวิธีการควบคุมโรครากปม จากผลการทดลองที่ 30 วันพบว่าการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดินไม่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริก แต่สารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่เป็นพิษต่อพริก ยกเว้นกรรมวิธีที่ให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทุก 3 วันมีแนวโน้มให้พริกเจริญเติบโตช้าและน้ำหนักสะสมในพริกน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดินมีผลต่อจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปม จากผลการทดลองพบว่า ควรให้สารทางดินในความถี่ระหว่าง ทุก 7-21 วันต่อครั้ง ซึ่งทำให้ลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมระหว่าง 67.71-90.35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5A)

จากผลการทดลองที่ 120 วันพบว่าการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน ทุก 21 วันสามารถชะลอการเกิดโรครากปมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (D8) จากค่าเฉลี่ยระดับการเกิดปมที่ 3.4 เหลือ 1.0 และจำนวนไข่ลดลง 95.32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

ดังนั้นการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถลดจำนวนไข่ของไส้เดือนฝอยรากปมที่เข้าทำลายพริกได้ โดยอัตราการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมที่เหมาะสมคือ ทุก 21 วัน จากผลการทดลองพบว่า การให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทุก 3 วันมีผลต่อพริกทำให้พืชอ่อนแอต่อการเข้าทำลายไส้เดือนฝอยรากปมและมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพริกทั้ง 30 วัน และ 120 วัน

ตารางที่ 5A น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริกและดัชนีการเกิดปม ที่ 30 วันหลังปลูกพริกต่อการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน

กรรมวิธี	ต้น		ราก		ความสูง (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อกรัมน้ำหนักราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักแห้ง (g.)				
D1	41.5a	6.5a	6.2a	1.1ab	61.6a	25.4ab	48.3c	1b
D2	50.8ab	7.2a	11.7a	1.3ab	63.8a	26.9ab	29.4bc	1b
D3	57.3b	7.8a	7.6a	1a	66.1a	31.9b	7.6ab	1b
D4	47.7ab	6.7a	6.0a	1.2a	66a	23.9ab	18.4ab	1b
D5	41.3a	6.5a	7.8a	1.0ab	61.1a	23.1ab	5.5ab	1b
D6	54.1ab	7.2a	5.7a	1.3ab	60.4a	26.2ab	12ab	1b
D7	44.5ab	6.4a	5.9a	1.1ab	59.7a	21.7a	31.5bc	1b
D8 (+)	51.8ab	6.6a	10.4a	1.1ab	61.7a	25ab	57c	1b
D9 (-)	55.2ab	6.9a	8.8a	1.5b	66.2a	24.4ab	0a	0a

ตารางที่ 5B น้ำหนักต้นสดและแห้ง น้ำหนักรากสดและแห้ง ความยาวราก จำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากของพริก และดัชนีการเกิดปม ที่ 120 วันหลังปลูกพริกต่อการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน

กรรมวิธี	ต้น	ราก	ความสูง (cm.)	ความยาวราก (cm.)	จำนวนไข่ต่อน้ำหนักราก (eggs/g.root)	Gall index
	น้ำหนักสด (g.)	น้ำหนักสด (g.)				
D1	172ab	37.1abc	138.8b	50.8b	7286.7d	4.8e
D2	198b	48.81b	156.6c	44.6ab	1944.2ab	1.8bc
D3	146ab	36.30abc	130.5b	41.2ab	4569.6c	2.4cd
D4	160ab	41.06abc	137.3b	46.0ab	2522b	2.2bcd
D5	126a	26.56a	129.8b	43.0ab	2864.9b	1.8bc
D6	144ab	29.32ab	112.5a	38.4a	376.3a	1.0ab
D7	128a	43.55bc	113.3a	39.8a	1110ab	1.8bc
D8 (+)	186ab	34.7abc	135.3b	45.0ab	8038.5d	3.4d
D9 (-)	194ab	38.1abc	128.3b	41.4ab	0a	0a

D1 = พ่นทุก 3 วัน+RKN; D2 = พ่นทุก 5 วัน+RKN; D3 = พ่นทุก 7 วัน+RKN; D4 = พ่นทุก 10 วัน+RKN; D5 = พ่นทุก 14 วัน+RKN; D6 = พ่นทุก 21 วัน+RKN; D7 = พ่นทุก 28 วัน+RKN; D8 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control) และ D9 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ภาพที่ 20 การเจริญเติบโตของรากพริกสำหรับการให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมทางดิน อายุ 120 วัน

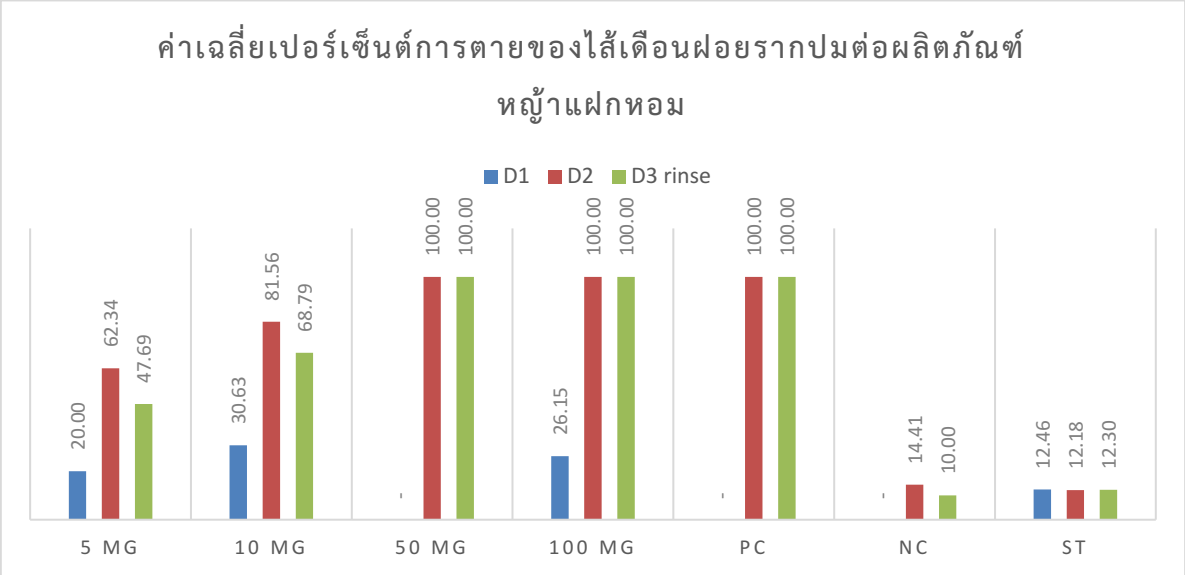
D1 = พ่นทุก 3 วัน+RKN; D2 = พ่นทุก 5 วัน+RKN; D3 = พ่นทุก 7 วัน+RKN; D4 = พ่นทุก 10 วัน+RKN; D5 = พ่นทุก 14 วัน+RKN; D6 = พ่นทุก 21 วัน+RKN; D7 = พ่นทุก 28 วัน+RKN; D8 = ชุดควบคุมใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (positive control) และ D9 = ชุดควบคุมไม่ใส่ไส้เดือนฝอยรากปม (negative control)

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง

3.1 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่ออัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปม เปรียบเทียบกับสารสกัดหญ้าแฝกหอมมาตรฐาน ผลการทดลองพบว่าอัตราความเข้มข้นที่ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมมีค่าเท่ากับอัตราความเข้มข้นที่ 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดหญ้าแฝกหอมมาตรฐานที่ใช้ทำการทดลอง โดยสามารถทำให้ไส้เดือนฝอยรากปมมีอัตราการตายที่ 100 เปอร์เซ็นต์ภายใน 48 ชั่วโมง ดังนั้นอัตราความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมที่ถูกนำมาใช้ในในสภาพโรงเรือนทดลองคือ 50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 20)

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน



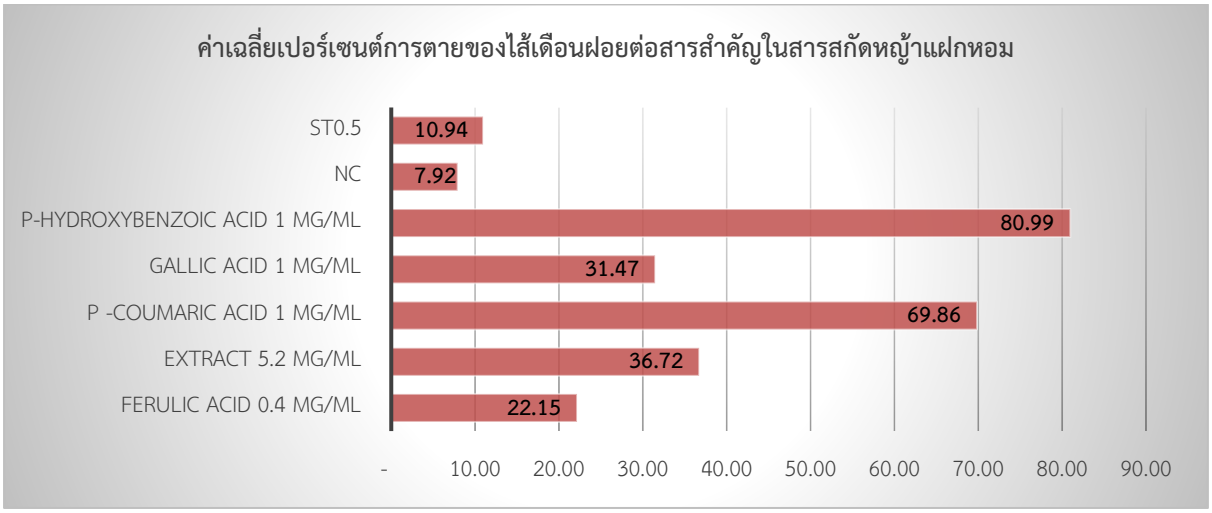
ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมต่อผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

5mg = อัตราความเข้มข้นที่ 5 mg/ml; 10 mg = อัตราความเข้มข้นที่ 10 mg/ml; 50 mg = อัตราความเข้มข้นที่ 50 mg/ml; 100 mg = อัตราความเข้มข้นที่ 100 mg/ml; PC = สารสกัดหญ้าแฝกหอม อัตราความเข้มข้น 5.2 mg/ml; NC = น้ำกลั่น; ST = 0.5 mg/ml streptomycin sulfate

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสำคัญของสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพห้องปฏิบัติการ (เพิ่มเติม)

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสำคัญที่พบในสารสกัดหญ้าแฝกหอมต่ออัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปม ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า p-hydroxybenzoic acid และ p-coumaric acid ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมระยะที่ 2 ได้เท่ากับ 80.99 และ 69.86 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ สารสกัดหญ้าแฝกหอมมาตรฐานที่ความเข้มข้น 5.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรที่มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมได้เท่ากับ 36.72 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า gallic acid ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรก็มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมใกล้เคียงกับชุดควบคุม ถึงแม้ว่า ferulic acid มีค่าเฉลี่ยการตายน้อยกว่าชุดควบคุม แต่สารดังกล่าวมีความเข้มข้นเพียง 0.4 มิลลิลิกรัมต่อมิลลิลิตรเท่านั้น ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอาจมีสารสำคัญหลายตัวในสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถมีฤทธิ์ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม โดยสารสำคัญอาจมีฤทธิ์เสริมกันในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม (ภาพที่ 21) แต่อย่างไรก็ตามอาจต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคตในข้อสัณนิษฐานดังกล่าว

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

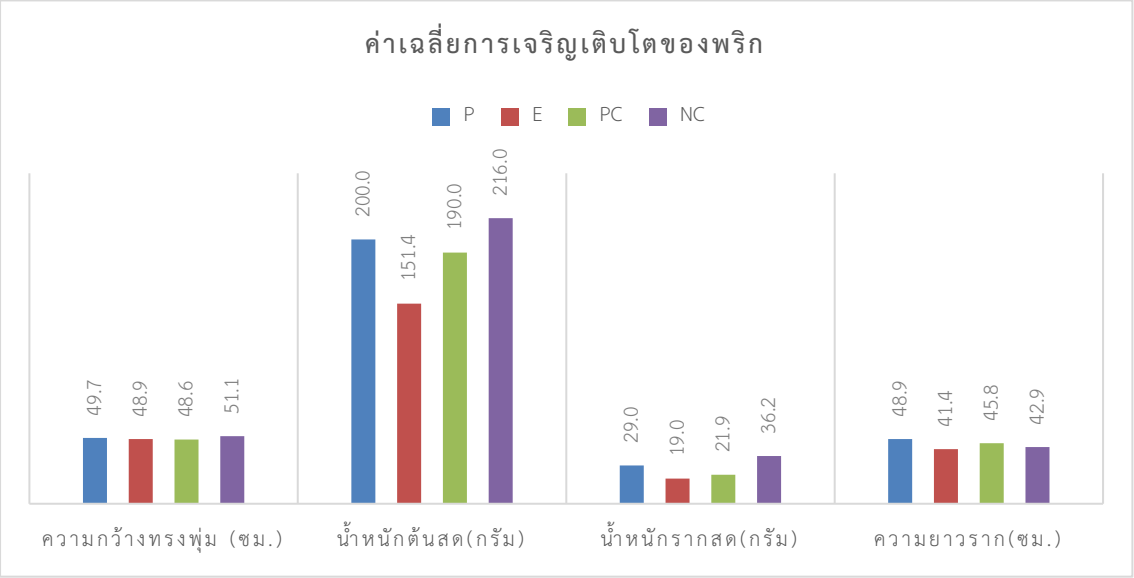


ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของไส้เดือนฝอยรากปมต่อสารสำคัญในสารสกัดหญ้าแฝกหอม ระยะเวลา 24 ชั่วโมง NC = น้ำกลั่น; ST = 0.5 mg/ml streptomycin sulfate

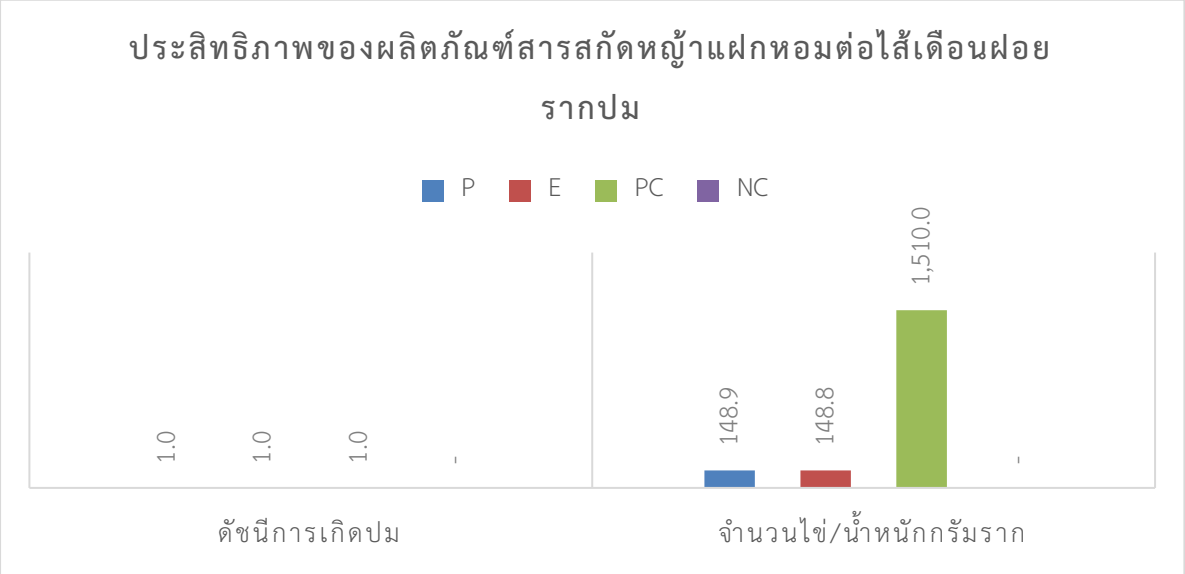
3.3 การทดสอบประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพโรงเรือนทดลอง

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพโรงเรือนทดลอง ผลการทดลองพบว่า ความกว้างทรงพุ่มและความยาวรากในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักต้นสดและรากสดในกรรมวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมมีค่าน้อยที่สุด นอกจากนี้พบว่าการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถให้ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของพริกได้ดีกว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมทั้งความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด และความยาวราก (ภาพที่ 22)

จากผลการทดลองประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในสภาพโรงเรือนทดลอง ระยะเวลา 120 วันพบว่า เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการเกิดปมของกรรมวิธีใช้ผลิตภัณฑ์และสารสกัดหญ้าแฝกหอมกับชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน จำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกรรมวิธีใช้ผลิตภัณฑ์และสารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่แตกต่างกันโดยสามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากเท่ากับ 148.9 และ 148.8 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามทั้ง 2 กรรมวิธีให้ผลที่แตกต่างกับชุดควบคุมโดยสามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักกรัมรากได้เท่ากับประมาณ 90.14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมหรือสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถใช้ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ไม่แตกต่างกันในสภาพโรงเรือนทดลอง (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของพริกต่อการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในสภาพโรงเรือนทดลอง P: การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอม; E: การใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอม; PC: มีการปลูกเชื้อ; NC: ไม่มีการปลูกเชื้อ



ภาพที่ 24 ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม ในสภาพโรงเรือนทดลอง P: การใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอม; E: การใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอม; PC: มีการปลูกเชื้อ; NC: ไม่มีการปลูกเชื้อ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

สรุปและวิจารณ์

การศึกษาการพัฒนากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในแปลงผลิตพริกปลอดภัย ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร หรือ สวก. ระยะเวลา 2 ปีนั้น ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ทำดำเนินงานวิจัยและรวบรวมผลการวิจัยแล้วเสร็จในปีที่ 1 โดยมีกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมแบ่งเป็น 9 กิจกรรมย่อยภายใต้โครงการวิจัยนี้

กิจกรรมที่ 1 การเก็บตัวอย่างและจัดจำแนกชนิดไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก จากผลการสำรวจแปลงพริก จำนวน 2 อำเภอคือ วารินชำราบ และ เมือง จังหวัดอุบลราชธานี ในพื้นที่ ต.ขี้เหล็ก อ. เมือง พบปัญหาโรครากปมมีการแพร่กระจายในพื้นที่ในระดับที่สูงถึง 92.17 เปอร์เซ็นต์ และความรุนแรงของการเกิดโรครากปมหรือดัชนีการเกิดปมนั้นแปรผันตรงตามการเจริญเติบโตของพริก โดยเฉพาะพริกแดงมีความอ่อนแอต่อโรครากปมมากกว่าพริกหยวก และพริกหนุ่มที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน โดยพริกแดงที่มีการปลูกมากในพื้นที่เป็นสายพันธุ์อัมพวา ซึ่งจากการสำรวจและทดลองปลูกสายพันธุ์ดังกล่าวพบว่าไม่แสดงอาการของโรครากปมแบบชัดเจนที่ระยะการเจริญเติบโตของพริกอายุ 45-90 วัน และสามารถเห็นอาการของโรครากปมที่ชัดเจนขึ้นเมื่อเริ่มเข้าระยะเก็บผลผลิตอายุ 120 วัน แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาพบว่าถึงแม้จะไม่แสดงอาการเกิดปมแบบชัดเจนแต่ไส้เดือนฝอยรากปมก็สามารถเพิ่มจำนวนในรากพริกสายพันธุ์ดังกล่าวได้ และจากการศึกษาชนิดของสายพันธุ์ไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการแพร่ระบาดในพื้นที่ทั้ง 2 อำเภอพบว่าไส้เดือนฝอยรากปม *M. enterolobii* เป็นชนิดสายพันธุ์หลักที่พบในพื้นที่ดังกล่าว และสามารถพบได้ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโต จนถึงการเก็บผลผลิตพริก นอกจากนี้ยังพบไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ที่อยู่ร่วมกันในพื้นที่ อ. เมือง โดยมีอัตราส่วนระหว่าง *M. enterolobii* ต่อ *M. incognita* เท่ากับ 80 : 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการสำรวจพบในระยะเก็บผลผลิตของพริกเท่านั้น ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสอดคล้องกับชนากานต์และคณะ (2562) พบไส้เดือนฝอยรากปม *M. enterolobii* ทำให้เกิดโรครากปมในพริก จังหวัดอุบลราชธานี

กิจกรรมที่ 2 การศึกษารูปแบบและวิธีการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก จากผลการทดลองการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหญ้าแฝกหอมสายพันธุ์สงขลา 3 ต่ออัตราการตายของไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการนั้นพบว่าสารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมทั้ง *M. enterolobii* และ *M. incognita* ได้เท่ากับ 80.93 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับดีมาก โดยสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ได้ดีกว่า *M. enterolobii* ในระดับโรงเรือนทดลองการใช้ใบหญ้าแฝกหอมเป็นปุ๋ยพืชสดที่อัตรา 5 % (w/w) ระยะเตรียมแปลงปลูก สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพริกและสามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 95.45 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมพ่นที่ทุก 3 วัน ระยะต้นกล้า สามารถลดจำนวนและชะลอการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมเท่ากับ 71.43 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การคลุกผสมผงใบหญ้าแฝกหอมในอัตรา 5 กรัมรองก้นหลุม ระยะย้ายปลูก สามารถส่งเสริมน้ำหนักต้นสดของพริกและลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 81.07 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม การพ่นสารสกัดหญ้าแฝกหอมอัตรา 5.2 mg/ml ทุก 10 วัน

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ระยะหลังย้ายปลูก สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 85.57 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสามารถชะลอหรือลดการเกิดปมได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ของระบบราก การให้สารสกัดหญ้าแฝกหอมอัตรา 5.2 mg/ml ทุก 21 วัน ระยะหลังย้ายปลูก สามารถลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากเท่ากับ 95.32 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และสามารถลดการเกิดปมได้ จากผลการศึกษารูปแบบการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมในระดับโรงเรือนทดลองพบว่า สารสกัดหญ้าแฝกหอมต้องใช้ในอัตราที่เหมาะสมเนื่องจากการใช้สารดังกล่าวน้อยเกินไปไม่สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ หรือการใช้มากเกินไปส่งผลต่อความเป็นพิษต่อพืชและอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ Jindapunnapat และคณะ (2018 และ 2019) พบว่าสารสกัดน้ำหญ้าแฝกหอมมีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* และการใช้เป็นปุ๋ยพืชสดไม่เป็นพิษต่อพริก

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่าอัตราการใช้ 50 mg/ml ของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมในระดับห้องปฏิบัติการได้เท่ากับอัตรา 5.2 mg/ml ของสารสกัดหญ้าแฝกหอม โดยพบว่าสารสำคัญในสารสกัดหญ้าแฝกหอมที่มีฤทธิ์ในการฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมมากที่สุดคือ p-hydroxybenzoic acid และ p-coumaric acid ที่อัตรา 1 mg/ml สามารถฆ่าไส้เดือนฝอยรากปมได้เท่ากับ 80.99 และ 69.86 เปอร์เซ็นต์ภายใน 24 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามสารสำคัญหลายตัวอาจออกฤทธิ์ร่วมกันส่งผลให้เกิดการตายของไส้เดือนฝอยรากปมได้ สำหรับการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเปรียบเทียบกับสารสกัดหญ้าแฝกหอมพบว่ามีผลต่อการลดจำนวนไข่ต่อน้ำหนักรากไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 90.14 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นสามารถใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมในอัตรา 50 mg/ml สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้เทียบเท่ากับการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอม

ดังนั้นจากการศึกษาตลอดระยะเวลา 1 ปี สามารถได้รับข้อมูลอัตราการใช้ใบหญ้าแฝกหอมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อปรับใช้ในกระบวนการปลูกพริกตั้งแต่ระยะเตรียมแปลงปลูก ระยะย้ายปลูก และ ระยะหลังย้ายปลูก โดยผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมสามารถนำมาใช้ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก โดยสามารถใช้ทดแทนสารสกัดหญ้าแฝกหอมได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพริก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามยังต้องมีการศึกษาในระดับแปลงทดลองต่อไปในอนาคต

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการพัฒนากระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne enterolobii* ในแปลงผลิตพริกปลอดภัย ตลอดระยะเวลา 1 ปีที่ผ่านมาพบว่าใบหญ้าแฝกหอมสามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมทั้งในรูปแบบใบ ผง สารสกัด และผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอม การทดสอบรูปแบบการใช้สารสกัดหญ้าแฝกหอมตั้งแต่ระยะเตรียมแปลงปลูก ระยะย้ายปลูก และระยะหลังย้ายปลูก ในระดับสภาพโรงเรือนทดลองนั้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

แต่อย่างไรก็ตามในปีที่ 2 คณะผู้วิจัยได้ตั้งแผนงานเพื่อขยายสู่การใช้ในแปลงผลิตพริกทดลองที่พบปัญหาโรครากปม โดยการนำต้นแบบผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมที่ใช้ลงสู่พื้นที่แปลงเกษตรกรจริง คือ แปลงในมหาวิทยาลัยขอนแก่น แปลงเกษตรกร ตำบลซำสูง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น แปลงเกษตรกร ตำบลขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี โดยการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงผลิตพริก และประเมินผลผลิตพริกและการลดโรครากปมในแปลงผลิตพริก

จากการสำรวจแปลงผลิตพริกของเกษตรกรพบว่าปัญหาแมลงศัตรูพืชในพื้นที่ด้วยเช่นกัน โดยศึกษาเพิ่มเติมในส่วนการใช้สารเคมีกำจัดแมลงร่วมกับผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมต่อการเป็นพิษต่อแมลง โดยเฉพาะเพลี้ยไฟและไรขาว นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเป็นพิษต่อไส้เดือนฝอยศัตรูพืชสกุลอื่น หรือไส้เดือนฝอยตัวห้ำ โรคทางดิน และแมลงมีประโยชน์ เพื่อนำไปสู่ข้อบ่งใช้ของผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอมต่อไปในอนาคต และการศึกษาปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์หญ้าแฝกหอม เช่น ลักษณะดิน อุณหภูมิ ค่าเป็นกรดด่างของดิน เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกหอมต่อสภาพแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

1. กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. พริกขี้หนูเม็ดใหญ่ : ปีเพาะปลูก 2561. แหล่งที่มา http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/veget/57.pdf (05/07/2563)
2. เกษตรพันธุ์ 9. 2562. เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี ชีวภัณฑ์ปราบไส้เดือนฝอยรากปม. แหล่งที่มา: https://kaset1009.com/th/articles/179043-%22เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี%22%20ชีวภัณฑ์ปราไส้เดือนฝอยรากปม
3. ชนากานต์ บุญรินทร์ บัญชา ชิณศรี อนงค์นุช สาสนรักกิจ ศรีเมฆ ชาวโพงพาง. 2562. จัดจำแนกไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne enterolobii*) ในแปลงปลูกพริกที่จังหวัดอุบลราชธานี. การ

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

ประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 15 มีนาคม 2562 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

4. ตลาดไท. 2563. พริกขี้หนูแดง (ซุเปอร์ฮอต) แหล่งที่มา: https://talaadthai.com/product-search/result?q=พริก
5. ธิติยา สารพัฒน์, มนตรี เอี่ยมวิมัง, สาสุพัตร อินทวิมลศรี และไตรเดช ข่ายทอง.2553.ประสิทธิภาพของสารควบคุมไส้เดือนฝอยเพื่อป้องกันกำจัดโรคราก้ปมในฝรั่ง.กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.กรมวิชาการเกษตร.กทม. 188-194
6. นุชนารถ ตั้งจิตสมคิด. 2550. การควบคุมโรคราก้ปมในพริก. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 4 น.
7. ไพโรจน์ จ๋วงพานิช. 2556. กลไกการฆ่าไส้เดือนฝอยของสารเคมี แหล่งที่มา: https://www.thaikasetsart.com/กลไกการฆ่าไส้เดือนฝอย/ (29/7/2563)
8. บัญชา ชิณศรี. 2561. ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริกด้วยสบู่ดำ. แหล่งที่มา: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=41774#:
9. มนตรี เอี่ยมวิมังสา ไตรเดช ข่ายทอง ธิติยา สารพัฒน์ และพเยาว์ พรหมพันธุ์ใจ. 2558. ประสิทธิภาพของสารควบคุมไส้เดือนฝอยเพื่อป้องกันกำจัดโรคราก้ปมในพริก. แหล่งที่มา: http://doa.go.th/research/attachment.php?aid=761
10. ยุวดี ชูประภาวรรณ สุภาวดี แก้วระหัน และสมชาย คำแน่น 2561. การใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมโรคราก้ปมในพริกลูกผสม. ประมวลบทความในการประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 12 วันที่ 12-13 กรกฎาคม 2561. 240-246รุ่งนภา โบวิเชียร. 2562. พริก. แหล่งที่มา: http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2562/45-46.pdf (05/07/2563)
11. รักบ้านเกิด. 2563. การป้องกันกำจัดโรคราก้ปมพริก. แหล่งที่มา: https://today.line.me/th/pc/article/การป้องกันกำจัดโรคราก้ปมพริก-PoDaO8
12. ศิริวรรณ ตี้ภู่ ณัฐติการณ์ เขียวขำ สุพัตรา มูฮำหมัดอารี และเจ๊ะฮาซัน เจ๊ะอุบง. 2018. การวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินในพริกพื้นเมืองในจังหวัดนครราชสีมาโดยอาศัยการตรวจวัดทางสี. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 46(4): 770-776.
13. ศูนย์ส่งเสริมแลพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดสุพรรณบุรี. ม.ป.ป. พริกขี้หนูลูกผสม “ซุปเปอร์ฮอท” แหล่งที่มา: www.aopdt01.doae.go.th/KM/พริกขี้หนูลูกผสม “ซุปเปอร์ฮอท”.pdf
14. สมชาติ สุขะกูล. 2549. การก่อโรคของไส้เดือนฝอยสาเหตุโรคราก้ปม และโรคต้นโทรมของฝรั่ง. วิทยาสารกำแพงแสน ปีที่ 4 2: 1-9.
15. สารสนเทศส่งเสริมการเกษตร. 2562. พืชผัก: ปีเพาะปลูก 2561. แหล่งที่มา: http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/veget/veget.pdf (05/07/2563)
16. สุชีลา เตลุวงค์เสถียร. 2557. พริก: นวัตกรรม จากทฤษฎีการปรับปรุงพันธุ์พืชสู่การใช้ประโยชน์. หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. ขอนแก่น. 300 หน้า.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

17. สุชีลา. 2561. ปลูกพริกให้ซี้ดแซบ. แหล่งที่มา: https://www.nstda.or.th/agritec/images/publication/pdf/20180607-brochure-chilli.pd
18. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561.ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร: ปัจจัยการผลิต. แหล่งที่มา: http://oaezone.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH-TH (05/07/2563)
19. สำนักที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำกรุง แคนเบอร์รา, 2562 แหล่งที่มา: http://www.agrithai.org.au/wp-content/uploads/2019/03/กุมภาพันธ์-2562-1-web-version.pdf (12/07/2562)
20. Are, K. S., A. O. Adelana, O. D. Adeyolanu, I. A. Oyeogbe, and L. Adelabu. 2012. Comparative effects of vetiver grass (*Chrysopogon zizanioides*) strips, vetiver mulch and veticompost on soil quality and erodibility of a sloping land. Agricultura Tropica et Subtropica. 45:189-198
21. Blok, V.C., J. Wishart, M. Fargette, K. Berthier, and M.S. Phillips. 2002. Mitochondrial DNA differences distinguishing *Meloidogyne mayaguensis* from the majorspeices of tropicalroot-knot nematodes. Nematology 4:773-781.
22. Castagnone-Sereno, P. 2012. *Meloidognye enterolobii* (= *M. mayaguensis*): profile of an emerging, highly pathogenic, root-knot nematode species. Nematology 14: 133–138.
23. Cetintas, R., Kaur, R., Brito, J.A., Mendes, M.L., Nyczepir, A.P. and Dickson, D.W. 2007. Pathogenicity and reproductive potential of *Meloidogyne mayaguensis* and *M. floridensis* compared with three common *Meloidogyne* spp. Nematropica 37, 21–31
24. Jain, R K. 1992. Nematode pests of vegetable crops. Nematode Pests of Crops. pp181-96. Bhatti, D.S. and Walia, R.K., Eds. C.B.S. Publishers and Distributors, Delhi, India.
25. Jindapunnapat, K. 2012. Development of the Molecular Marker for species Identification of Root-knot Nematode Infesting Guava in Thailand. M.E.Thesis, Kasetsart University.
26. Jindapunnnapat, K., Chinnasri B. and Kwankuae, S. 2013. Biological Control of Root-knot nematodes (*Meloidogyne enterolobii*) in Guava by the Fungus *Trichoderma harzianum.* Journal of Development in Sustainnable Agriculture 8 (2): 110-118.
27. Jindapunnapat, K., N. D. Reetz, M. H. MacDonald, G. Bhagavathy, B. Chinnasri, N. Soonthornchareonnon, A. Sasnarukkit, K. R. Chauhan, D. J. Chitwood and S. L. F.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

Meyer. 2018. Activity of vetiver extracts and oil against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita.* Journal of Nematology. 50(2): 147-162.

28. Jindapunnapat, K., S. L. F. Meyer, M. H. MacDonald, N. D. Reetz, D. J. Chitwood, E. P. Masler, N. Soonthornchareonnon, M. J. Camp, A. Sasnarukkit, and B. Chinnasri. 2019. Vegetable plant vigor and suppression of *Meloidogyne incognita* with vetiver soil amendments. Nematropica. 49(2): 208-219.
29. Lopes, E.A., and Ferraz, S. 2016. mportância dos fitonematoides na agricultura. *In*: Oliveira, C.M.G.; Santos, M.A.; Castro, L.H.S. Diagnose de fitonematoides. Campinas: Millennium Editora6. Cap.1:1-10
30. Mishra, R., S. Nanda, E. Rout, S. K. Chand, J.N. Mohanty and R.K. Joshi. 2017. Differential expression of defense-related genes in chilli pepper infected with anthracnose pathogen *Colletotrichum truncatum*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 97: 1-10
31. Nagnathan T G. 1984. Studies on yield loss in vegetable due to *Meloidogyne incognita*, South Indian Horticulture 32: 115-116.
32. Nahar, K., T. Kyndt, D.D. Vleesschauwer, M. Hofte, and G. Gheysen. 2011. The Jasmonate Pathway Is a Key Player in systemically induced Defense against Root-Knot Nematodes in Rice. Plant Physiology. 157: 305-316.
33. Powers, T.O. and T.S. Harris. 1993. A polymerase chain reaction method for identification of five major Meloidogyne species. Nematology 25.
34. Roongtanakiat, N., P. Chairoj, and S. Chookhao.2000. Fertility improvement of sandy soil by vetiver grass mulching and compost. Kasetsart Journal (Natural Science) 34: 332-338.
35. Sasser J.N. and Freckman D.W. 1987. A world perspective on nematology: The role of the society, in Vistas on Nematology. Pp 7-14., Veech J.A. and Dickson D.W. (Eds). Hayattsvile: A commemoration of the 25th Anniversary of the Society of Nematologists, Society of nematologist, Inc.
36. Tigano, M., K. De Siqueira, P. Castagnone-Sereno, K. Mulet, P. Queiroz, M. Dos Santos, C. Teixeira, M. Almeida, J. Silva, R. Carneiro. 2010. Genetic diversity of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* and development of a SCAR marker for this guava-damaging species. Plant Pathology 59: 1054-1061.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน

37. Tiwari. A., M.P. Kaushik, K.S. Pandey and R.S. Dangi. 2005. Adaptability and production of hottest chilli variety under Gwalior agro-climatic conditions. Curr.Sci. India. Vol 88. No. 10.
38. Thai-PAN. 2562. ผลการสุ่มตรวจสารพิษตกค้างในผักผลไม้ปี 2562. แหล่งที่มา: https://www.thaipan.org/wp-content/uploads/2019/pesticide_doc58.pdf (05/07/2563)
39. Trudgill, D. L., and Block V. C. 2001. Apomictic, polyphagous rootknoot nematodes: exceptionally successfull and damaging biotrophic root pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 39: 53–77.
40. Unido, 2012. What do Border Rejections tell us about Trade standards compliance of developing countries? Analysis of EU and US Data 2002-2008 แหล่งที่มา: https://www.unido.org/sites/default/files/2011-12/rejection_analysis_0.PDF (12/07/2563)
41. Xu, L., S. Lu, and P. Truong. 2003. Vetiver system for agriculture production. Proceedings of the Third International Conference on Vetiver and Exhibition, Guangzhou, China: 234-246.
42. Xu, J., P. Liu, Q. Meng, and H. Long. 2004. Characterisation of *Meloidogyne* species from China using isozyme phenotypes and amplified mitochondrial DNA restriction fragment length polymorphism. European Journal of Plant Pathology 110(3): 309-315.

ห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน