การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การจำแนกชนิด และความสามารถในการก่อให้เกิดโรคของ *Meloidogyne graminicola* ที่พบในพื้นที่ต่างๆ

Morphological analyses, Identification, and Pathogenecity of *Meloidogyne graminicola* Collected from Various Rice Growing Locations

กนกทิพย์ ทะลือ (Kanoktip Thalue)* ดร.บัญชา ชิณศรี (Dr.Buncha Chinnasri)**
ดร.อนงค์นุช สาสนรักกิจ (Dr.Anongnuch Sasnarukkit)** ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย (Dr.Tanee Sreewongchai)***

บทคัดย่อ

จากการสำรวจตัวอย่างดินทั้ง 3 ตัวอย่างจาก อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรีตรวจพบว่ามีไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. จากนั้นนำไปศึกษาลักษณะรอยหยักส่วนก้นของไส้เดือนฝอย (perineal pattern) คือ เป็นรูปกลมรี ไม่พบ lateral lines ผิวหนังเรียบ และเมื่อวัดขนาดตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 พบว่า ทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นไปตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Meloidogyne graminicola* ซึ่งมีความยาวลำตัวและ ความยาวของหลอดดูดอาหารอยู่ในช่วง 442.08±16.25 - 484.99±36.60 และ 13.73±0.53 - 13.95±0.49 ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบความสามารถการเข้าทำลายในมะเขือเทศสายพันธุ์เชอรี่สวีทเกิร์ล พบว่า ตัวอย่างจากอำเภอเทิง จังหวัดเชียงรายนั้นมีความรุนแรงในการเข้าทำลายมากที่สุด

ABSTRACT

All three soil samples collected from Thoeng District, Chiang Rai Province, Mae On District, Chiang Mai Province, and Bang Pla Ma District, Suphan Buri Province contained M*eloidogyne* spp. Identification of the nematodes based on morphological analyses using nematode perineal patterns showed that they were generally oval shaped, had no lateral lines, and smoothly cuticular. These were characteristics of *Meloidogyne graminicola.* Measurements of second–stage juveniles demonstrated nematode body and stylet length of approximately 442. 08±16. 25 to 484. 99±36. 60 and 13. 73±0. 53 to 13.95±0.49, respectively. The pathogeneicity test on the host Cherry Tomato CV. Sweet Girl indicated highest virulence was found in the sample collected from Thoeng District Chiang Rai Province.

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยรากปมข้าว

Keyword: Rice root knot

**นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*
***รองศาสตราจารย์ สาขาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*
****รองศาสตราจารย์ สาขาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*

บทนำ

ข้าว (*Oryza* spp.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ปลูกกันมาเป็นเวลานานและครึ่งหนึ่งของประชากรโลกบริโภคข้าวเป็นอาหาร(Jain et al., 2012) สำหรับในประเทศไทยข้าวนั้นมีการปลูกในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิประเทศ ทั้งแบบนาสวน นาน้ำฝน นาน้ำลึก และการปลูกข้าวไร่ แม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศที่มีการผลิตข้าวรายใหญ่ที่สำคัญของโลก แต่เกษตรกรที่ปลูกข้าวต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ ทั้งทางด้านกายภาพ และชีวภาพ เช่น เชื้อโรค แมลง วัชพืช คุณภาพของดิน ตลอดจนศัตรูอื่นๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นข้อจำกัดในการผลิตข้าว (Bridge et al., 2005)

เป็นที่ทราบกันดีว่าปัญหาทางด้านศัตรูข้าวเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผลผลิตและคุณภาพข้าวลดลง แต่ความรู้ทางด้านไส้เดือนฝอยที่ทำลายในข้าวนั้นยังมีไม่มากนัก และที่สำคัญคือเป็นศัตรูที่มีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์เท่านั้น ซึ่งกว่าจะทราบความเสียหายก็ต่อเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว ซึ่งผู้ที่ไม่คุ้นเคยจะไม่ทราบสาเหตุ หรือเกิดการสับสนอาการของพืชที่เกิดจากการเข้าทำลายจากศัตรูชนิดอื่น หรือเกิดจากการขาดธาตุอาหาร (ลือชัย, 2544) ไส้เดือนฝอยรากปมนั้นเป็นปัญหาสำคัญกับทางระบบรากของข้าว (Jain et al., 2012) โดยไส้เดือนฝอยที่พบในแปลงข้าวที่สำคัญนั้นมี 5 ชนิด (Khush, 1984) ซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อระบบนิเวศ เมื่อไส้เดือนฝอยทั้ง 5 สายพันธุ์นี้เกิดการเข้าทำลายในข้าวพร้อมกัน (Bridge et al., 2005) ไส้เดือนฝอยศัตรูข้าวที่สำคัญดังกล่าวได้แก่ *Ditylenchus angustus*, *Aphelenchoides besseyi* (เข้าทำลายทางใบ), *Hirschmanniella* spp., *Heterodera oryzicola* และ *Meloidogyne graminicola* (เข้าทำลายทางราก) อย่างไรก็ตามไส้เดือนฝอยรากปมในข้าว (*M. graminicola*) เป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดและเป็นที่แพร่หลายในประเทศผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ของโลกรวมถึงประเทศไทย ไส้เดือนฝอยรากปมเป็น sedentary endoparasites หรือศัตรูพืชภายในที่ไม่เคลื่อนที่และดูดสารอาหารภายในรากข้าว (Perry,Moens, 2006) ไส้เดือนฝอยรากปม (*M. graminicola*) นั้นได้มีการสำรวจว่าเป็นเชื้อโรคที่ระบาดมากที่สุดและอาจทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 25-50% ในพื้นที่เพาะปลูกข้าว (Taylor, Sasser, 1978) ในประเทศไทย ลือชัย (2544) พบว่า *M. graminicola* มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นในแปลงปลูกข้าวไร่ถึง 12 -33% ในหนึ่งฤดูกาลปลูก ส่วนที่ประเทศอินโดนีเซีย พบว่า การเพิ่มอยู่ระหว่าง 18 – 87% (Netscher, Erlan, 1993) สำหรับการประเมินความเสียหายของข้าวที่เกิดจากไส้เดือนฝอยรากปมนั้นในปี 1984 Sasser , Freedman (1987) ได้ประเมินมูลค่าความเสียหายประมาณไว้ 16,072,597,800 เหรียญสหรัฐ ในประเทศเวียดนามนั้นมีการศึกษาและสำรวจ *M. graminicola* โดย Bellafiore et al. (2015) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาการวิเคราะห์สายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมให้มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว ตลอดจนรวมไปถึงการศึกษาความหลากหลาย ความสามารถในการเข้าทำลายของ *M. graminicola* ในแต่ละภูมิภาคของประเทศ เพื่อเป็นแนวทางทางด้านการจัดการและการแก้ปัญหาทางด้านความเสียหายที่เกิดขึ้นจาก *M. graminicola*

เนื่องจากมีข้อมูลการรายงานเกี่ยวกับไส้เดือนฝอยรากปม (*M. graminicola*) ที่เข้าทำลายข้าวในประเทศไทยค่อนข้างน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นในการจำแนกชนิด (species) ของไส้เดือนฝอยรากปมโดยการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไส้เดือนฝอยรวมทั้งศึกษาความสามารถในการเข้าทำลายมะเขือเทศ สายพันธุ์ เชอรี่สวีทเกิร์ล

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อจำแนกชนิด (species) ของไส้เดือนฝอยรากปมที่พบในข้าวในประเทศไทย และศึกษาความสามารถในการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยในมะเขือเทศ สายพันธุ์ เชอรี่สวีทเกิร์ล

วิธีการวิจัย

1. **การเก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าว** : ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงข้าวในแต่ละพื้นที่ ที่แสดงอาการต้นแคระแกรนและเหลือง (yellowing) เป็นหย่อมๆ มาทำการแยกชนิดของไส้เดือนฝอยรากปม โดยการเก็บดินนั้น โดยการเปิดหน้าดินประมาณ

5 เซนติเมตร แล้วจึงเก็บตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติก ในแต่ละพื้นที่เก็บดินปริมาณ 500 กรัม หลังจากนั้นแล้วจึงนำตัวอย่างดินกลับมาไว้ในห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป

2. การทำเชื้อไส้เดือนฝอยให้บริสุทธิ์ (pure culture) และเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอย : โดยการนำต้นกล้าข้าวสายพันธุ์ ดอกมะลิ105 มาปลูกในตัวอย่างดินเป็นระยะเวลา 2 เดือน หลังจากนั้นทำการสังเกตอาการจากรากข้าว ว่าแสดงอาการหรือไม่ ลักษณะอาการการเข้าทำลายของ *M. graminicola* ในรากข้าวนั้นประกอบด้วยลักษณะปลายรากของข้าวโค้งงอ คล้ายตะขอ (hooked) เมื่อพบลักษณะอาการเบื้องต้นแล้วนั้น นำมาทำ pure culture โดยการนำรากข้าวมาล้างน้ำให้สะอาด แล้ว ทำการแยกกลุ่มไข่ ที่อยู่ภายในราก หลังจากนั้นนำกลุ่มไข่แต่ละกลุ่ม (single egg mass) ไปฟัก เมื่อตัวอ่อนระยะที่ 2 ฟักออกจากไข่แล้ว จึงนำไปเพิ่มจำนวนในต้นกล้าข้าวสายพันธุ์ ดอกมะลิ105 อีกครั้ง โดยใช้ดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว จำนวนหนึ่งกระถางต่อหนึ่งกลุ่มไข่ ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 2 เดือนเพื่อให้มีการเพิ่มของจำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยมากยิ่งขึ้น

3. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

3.1 ลักษณะรอยหยักส่วนก้นของไส้เดือนฝอย (Perineal pettern) : นำไส้เดือนฝอยตัวเมียของแต่ละตัวอย่างวางไว้บน แผ่นไสด์แก้ว หลังจากนั้นทำการ ตัดตรงส่วนก้นของไส้เดือนฝอย โดยใช้มีดผ่าตัด ในการตัดตรงส่วนหัว และกึ่งกลางลำตัว หลังจากนั้นตัดตรงส่วนก้นให้เป็นสี่เหลี่ยม แล้วหยด lactic acid เพื่อล้างให้สะอาด โดยทำการปฏิบัติภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (stereomicroscope) จากนั้นย้ายส่วนก้นของไส้เดือนฝอยมาไว้บน แผ่นไสด์แก้วที่หยดด้วย glycerin ทำการปิดทับด้วย cover slip แล้วจึงนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง (compound microscope)

3.2 วัดขนาดตัวอ่อนไส้เดือนฝอยระยะที่ 2 : นำตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอย จำนวน 20 ตัวในแต่ละตัวอย่างของกลุ่มไข่ที่นำไปฟัก มาทำการฆ่าโดยน้ำร้อน (50 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นเขี่ยไส้เดือนฝอยแต่ละตัวลงในหยดน้ำบนแผ่นไสด์แก้วที่มีวงเทียนรองรับ ปิดทับ cover slip นำไปส่องดู ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง โดยใช้โปรแกรม AxioVision Rel. 4.8 เพื่อวัดส่วนต่างๆ ของไส้เดือนฝอย ตามระบบของ de Man Formula

L = ความยาวทั้งหมดของลำตัว
a = ความยาวลำตัว / ส่วนที่กว้างที่สุดของลำตัว
b = ความยาวลำตัว / ความยาว esophagus gland
c = ความยาวของลำตัว / ความยาวหาง
c′= ความยาวลำตัว / ความกว้างของลำตัวตรงตำแหน่ง anus
s = ความยาวของ stylet

4. การทดสอบความสามารถในการเข้าทำลายในมะเขือเทศ

นำรากข้าวของแต่ละตัวอย่างจากหัวข้อที่ 2 (การทำเชื้อไส้เดือนฝอยในบริสุทธิ์ (pure culture) และเพิ่มปริมาณไส้เดือนฝอย) ข้างต้น มาล้างทำความสะอาดเศษดินออกให้หมด หลังจากนั้นทำการตัดส่วนของรากข้าวให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำส่วนของรากที่ตัดแล้วมาใส่ใน ตะแกรงกรองไส้เดือนฝอยที่มีขนาด 250 mesh จากนั้นนำไปวางในกะละมังที่มีระดับน้ำพอท่วมชิ้นส่วนของรากข้าว ไข่ของไส้เดือนฝอยที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อพืชจะฟักและตัวอ่อนไส้เดือนฝอยจะเคลื่อนที่ออกมาอยู่ภายในน้ำ โดยใช้เวลา 2-3 วัน หลังจากนั้นทำการตรวจนับจำนวนและนำตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยที่ได้ จำนวน 200 ตัวมาปลูก (inoculation) ลงบนรากของต้นกล้าอ่อนมะเขือเทศ สายพันธุ์เชอรี่สวีทเกิร์ล 1 ต้นที่อายุ 40วัน ปลูกในกระถางขนาด 10 x 10 เซนติเมตรที่บรรจุดินที่อบฆ่าเชื้อ (autoclave) แล้ว หลังจากนั้นทำการงดการให้น้ำเป็นเวลา 3 วัน จึงให้น้ำตามปกติได้ การทดลองทำทั้งหมด 20 กระถางต่อ 1 พื้นที่ และเมื่อครบกำหนด 30 วันหลังการปลูกเชื้อแล้ว นำรากของมะเขือเทศมาตรวจสอบลักษณะอาการปมที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย โดยการให้ระดับความสามารถในการเข้าทำลายของ Bellafiore et al. (2015) ดังนี้ - คือไม่พบปม, + คือ 1-2 ปม (low infection), ++ คือ 2 – 10ปม(mild infection), +++ คือมากกว่า_10 ปมขึ้นไป (heavy infection)

ผลการวิจัย

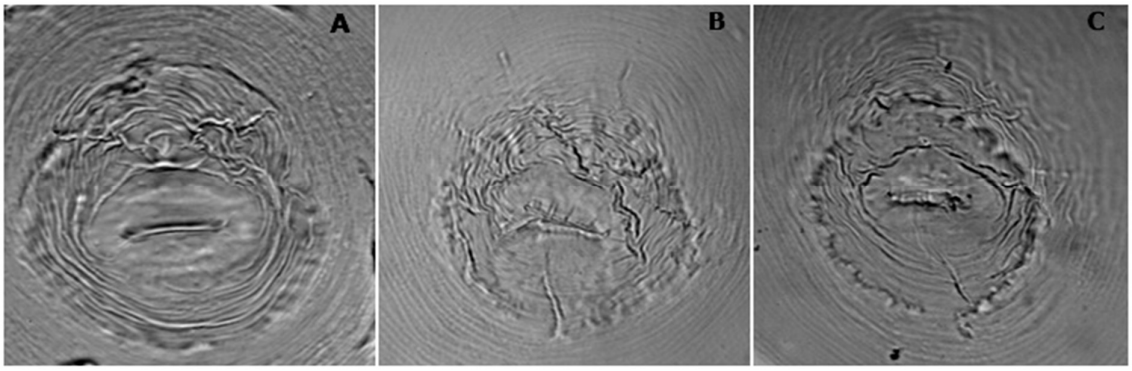
1. การเก็บตัวอย่างดินในแปลงข้าว

ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ โดยเก็บใน 3 พื้นที่คือ อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย (CR) อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ (CM) อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี(SB) หลังจากนำตัวอย่างมาแยกปลูกในข้าว เป็นเวลา 2 เดือนแล้วตรวจดูอาการพบว่าทั้ง 3 พื้นที่พบลักษณะอาการของ *M. graminicola* (ภาพที่1) หลังจากนั้นนำไปจึงนำไป re-inoculate เพื่อเพิ่มจำนวนอีกครั้ง

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะปมที่เกิดจาก *M. graminicola* ที่ในข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105.

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ลักษณะรอยหยักส่วนก้นของไส้เดือนฝอย (Perineal pettern)จากการศึกษาลักษณะรอยหยักก้นของไส้เดือนฝอย 3 พื้นที่ พบว่ามีลักษณะไม่แตกต่างกัน คือมีลักษณะกลมรี (oval shape) เส้นขอบมีลักษณะเรียบ ไม่พบ lateral lines (ภาพที่ 2.) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yiw, Birchfield (1977) และ Salalia et al. (2017) ที่รายงานว่าลักษณะดังกล่าวที่พบเป็นลักษณะของไส้เดือนฝอย *M. graminicola*



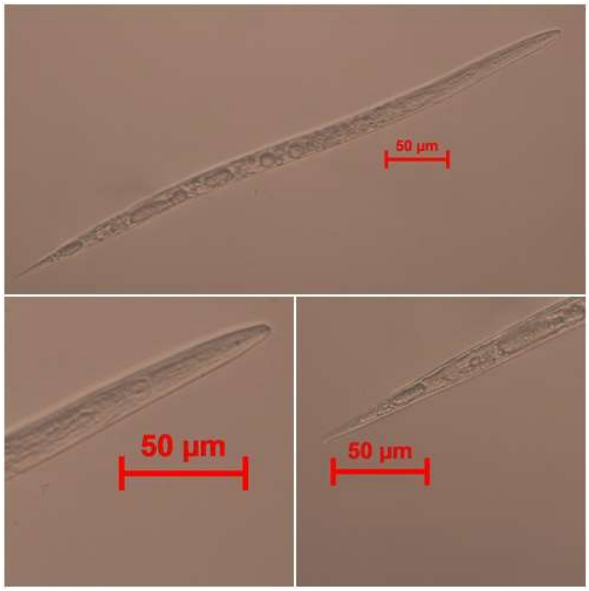
ภาพที่ 2 ลักษณะของรอยหยักส่วนก้นไส้เดือนฝอย (perineal pettern)

A: ตัวอย่างจาก Perineal pettern จากจังหวัดเชียงราย

B: ตัวอย่างจาก Perineal pettern จากจังหวัดเชียงใหม่

C: ตัวอย่างจาก Perineal pettern จากจังหวัดสุพรรณบุรี

ส่วนลักษณะตัวอ่อนระยะที่สอง (J2) ดังภาพที่ 3 มีลักษณะเรียวยาวขนาดเล็กประมาณ 442.08±16.25 - 484.99±36.60ไมโครเมตร ส่วนหัวเป็นแบบ offset หรือแบบต่อเนื่องกับลำตัว หลอดดูดอาหาร(stylet) มีลักษณะรูปร่างคล้ายหอก หรือ ลูกศรค่อนข้างบางไม่ชัดเจน หางรูปกรวย (coniod) ปลายหางเป็นติ่งใสซึ่งสอดคล้องกับ สืบศักดิ์ (2552) หลอดดูดอาหาร(stylet) มีความยาวอยู่ในช่วง 13.73±0.53 - 13.95±0.49ไมโครเมตร ความยาวหางอยู่ที่ 60.64±7.79 - 66.65±8.97ไมโครเมตร (ตารางที่1) ซึ่งคล้ายกับรายงานของ Hunt, Handoo (2009)



ภาพที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไส้เดือนฝอย *M. graminicola* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ตารางที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola*

Isolates	Measurement of second – stage juveniles										
	n	L	a	b	C	c′	s	Body width	esophagus gland	Tail length	Tail width
CR	20	484.99±36.60	31.69±2.55	6.65±0.39	7.42±1.28	48.10±7.28	13.89±1.08	15.33±0.82	73.06±5.76	66.65±8.97	10.25±1.43
		(421.67-580.45)	(26.56-36.05)	(5.60–7.57)	(5.53–11.54)	(34.75–67.04)	(10.97-15.21)	(13.67-16.72)	(60.98-84.02)	(40.81-81.51)	(7.69-14.15)
CM	20	442.08±16.25	29.01±1.42	6.26±0.30	7.40±0.97	44.00±6.75	13.95±0.49	15.26±0.76	70.77±4.39	60.64±7.79	10.24±1.14
		(408.94-470.99)	(27.13-32.44)	(5.54-6.66)	(6.23-9.38)	(35.77-60.38)	(12.95-14.83)	(13.74-16.67)	(61.88-83.15)	(46.64-71.40)	(7.21-12.70)
SB	20	450±29.62	30.71±2.63	6.24±0.55	7.33±1.63	47.28±10.09	13.73±0.53	15.00±1.23	72.54±5.94	63.81±11.88	9.88±1.90
		(409.36-504.09)	(26.50-34.71)	(5.16-7.49)	(5.35-11.75)	(29.55-76.08)	(12.62-14.77)	(12.48-17.01)	(62.73-84.33)	(41.36-82.83)	(6.39-14.04)

(หน่วย: ไมโครเมตร)

หมายเหตุ n = จำนวนตัวอย่างไส้เดือนฝอย

L = ความยาวทั้งหมดของลำตัว

a = ความยาวลำตัว / ส่วนที่กว้างที่สุดของลำตัว

b = ความยาวลำตัว / ความยาว esophagus gland

c = ความยาวของลำตัว / ความยาวหาง

c′= ความยาวลำตัว / ความกว้างของลำตัวส่วนหางตรงตำแหน่ง anus

s = ความยาวของ stylet

4. การศึกษาการเข้าทำลายในมะเขือเทศ

จากการศึกษาการเข้าทำลายในมะเขือเทศ สายพันธุ์ เชอรี่สวีทเกิร์ลนั้นพบว่าไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* ทั้ง 3 พื้นที่นั้นสามารถเข้าทำลายได้โดย เชียงราย มีความสามารถในการเข้าทำลายรุนแรงที่สุด ส่วนเชียงใหม่ และ สุพรรณบุรี มีความสามารถในการเข้าทำลายในระดับปานกลาง (ตารางที่2) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bridge et al. (2005) ที่ได้ระบุว่ามะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) เป็นพืชอาศัยของ *M. graminicola* ระดับความสามารถในการเข้าทำลายอาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม น้ำ ชนิดของดินที่ใช้ในการทดลอง จึงทำให้ตัวอย่างทั้ง3 พื้นที่นั้นมีความแตกต่างกัน หรือลักษณะทาง pathotype ของ *M. graminicola* ของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน (Bellafiore et al., 2015)

ตารางที่ 2 ระดับการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola*ในรากมะเขือเทศสายพันธุ์ เชอรี่สวีเกิร์ล

Isolate	Number of Tomato	Root gall	Level of infection
CR	20	20.5±10.89 (9-55)	+++
CM	20	6.25±4.52 (1-17)	++
SB	20	5.5±3.89 (1-14)	++

หมายเหตุ

+ คือ 1-2 ปม (low infection)

++ คือ 2-10ปม (mild infection)

+++ คือมากกว่า10 ปมขึ้นไป (heavy infection)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่าตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้ง 3 พื้นที่คือ อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยานั้น พบว่ามีลักษณะตรงกับไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* แต่ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการจัดจำแนก จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคทางด้านอณูชีวโมเลกุล เช่น DNA Polymerase Chain Reaction ในการศึกษาครั้งต่อไป เนื่องจากไส้เดือนฝอยแต่ละสายพันธุ์นั้นมีลักษณะที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน และมีความแปรปรวนเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ *M. graminicola* จากจังหวัดเชียงรายนั้นสามารถเข้าทำลายในมะเขือเทศสายพันธุ์ เชอรี่สวีทเกิร์ลได้ในระดับที่รุนแรง *M. graminicola* ซึ่งมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่มีผลต่อความรุนแรงและสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันจึงมีผลต่อการเข้าทำลาย (Bellafiore et al., 2015)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณที่ใช้ในการวิจัย (ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยแผ่นพัฒนาศักยภาพบัณฑิตวิจัยรุ่นใหม่ ระดับปริญญาโท ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561)

เอกสารอ้างอิง

ลือชัย อารยะรังสฤษฎ์. ข้าว:ไส้เดือนฝอยและการจัดการ. เอกสารวิชาการ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว; 2544. หน้า 1-6.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช:โรคและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนจำกัด เกษมศรี ซี.พี; 2552.

Bellafiore S, Jougla C, Chapuis E, Besnard G, Suong M, Vu PN, Waele DD, Gantet Pl, Thi XN. Intraspecific variability of the facultative meiotic parthenogenetic root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) from rice fields in Vietnam. Comptes Rendus Biologies 2015; 338(7):471-83.

Bridge J, Plowright RA, Peng D. Nematode parasites of rice. In: M Luc, RA Sikora, J Bridge, editors. Plant-parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International; 2005. p.87-130.

Hunt DJ, Handoo ZA. Taxonomy, Identification and Principal Species. In: Perry RN, Moens M, Starr JL, editors. Root-knot Nematodes. CAB International; 2009. p.55-97.

Jain RK, Khan MR, Kumar V. Rice root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) infestation in rice. Archives of Phytopathology and Plant Protection 2012; 45(6): 635-45.

Khush GS. Terminology for rice growing environments. In: Terminology for rice growing environments. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines; 1984. p. 5 – 10.

Netscher C, Erlan. A root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola* , parasitic on rice in Indonesia. Afro-Asian Journal of Nematology 1993; 3(1): 90–95.

Perry RN, Moens M. Plant Nematology. CABI Publishing, Wallingford, UK; 2006. p. 447.

Sasser JN, Freedman DW. A world perspective of nematology: the role of the society .In: J.A Veech, DW Dickson editors, Vistas on Nematology: A Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of nematologists, society of nematologists, inc, hyattsville, maryland; 1987. p. 7-14.

Salalia R, Walia RK, Somvansh SV, Kumar P, Kumar A. Morphological, morphometric, and molecular characterization of intraspecific variations within Indian populations of *meloidogyne graminicola*. Journal of nematology 2017; 49(3): 254–67.

Taylor AL, Sasser JN. Biology, identification and control of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). North Carolina State Univ. Raleigh Graphics, USA; 1987. p. 111.

Yiw CP, Birchfield W. Scanning Electron Microscopy of Perineal Patterns of Three species of *Meloidogyne*. Journal of Nematology 1978; 10 (2): 119-122.