รูปแบบของการให้น้ำที่มีผลต่อการก่อโรคและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมข้าว *Meloidogyne graminicola* ในข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1

Effect of Water Regime on the Pathogenicity and Reproduction of Rice Root-knot Nematode *Meloidogyne graminicola* in Rice (*Oryza sativa* L.) cv. Surin 1

รัชฎาภรณ์ ศรีใจ[1] และพรทิพย์ เรือนปานันท์[1*]

Rutchadaporn Srijai[1] and Pornthip Ruanpanun[1*]

Received: October 26, 2021
Revised: November 16, 2021
Accepted: November 24. 2021

Abstract: Rice (*Oryza sativa* L.) is an economically important crop in Thailand, where root knot disease caused by *Meloidogyne graminicola* (RKN) is a major constraint to rice production. The effects of different water regimes (continuous flooding, 1-week-intermittent flooding, 2-week-intermittent flooding and no flooding) on the pathogenicity and reproduction of RKN on the nematode susceptible Thai rice cv. Surin 1 were evaluated in greenhouse experiment. RKN reduced growth and yield of the rice under all water regimes. Galling index and percentage of yield loss were found the most under no flooding condition. Meanwhile, the most nematode population density in rice root at the day of harvesting was detected under 2-week intermittent flooding. The results indicated that different water regimes influence to reproduction and pathogenicity of RKN and rice yield significantly.

Keywords: rice, root knot disease, water regime, pathogenicity, nematode reproduction

บทคัดย่อ: ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ปัญหาสำคัญในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก เกิดจากโรครากปมที่มีสาเหตุจากไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola* งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษารูปแบบการให้น้ำ ที่มีผลต่อการก่อโรคและการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมข้าวในข้าวไทยพันธุ์สุรินทร์ 1 ในสภาพเรือนทดลอง ทำการทดสอบแบบของการให้น้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ การให้น้ำแบบท่วมขัง แบบเปียกสลับแห้ง 1 สัปดาห์ แบบเปียกสลับแห้ง 2 สัปดาห์ และแบบสภาพดินแห้ง ผลการทดลองพบว่าไส้เดือนฝอยรากปมข้าวลดการเจริญและปริมาณผลผลิตของข้าวพันธุ์ดังกล่าวในทุกรูปแบบการให้น้ำ โดยมีดัชนีการเกิดปมและผลผลิตลดลงมากที่สุดในข้าวที่ปลูกในสภาพดินแห้ง ในขณะที่จำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยในรากข้าว ณ วันเก็บเกี่ยวพบมากที่สุดในกรรมวิธีการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 2 สัปดาห์ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการให้น้ำที่แตกต่างกันมีผลให้การขยายพันธุ์และการก่อโรคของไส้เดือนฝอยรากปมรวมถึงผลผลิตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : ข้าว โครากปม รูปแบบแบบให้น้ำ การก่อโรค การขยายพันธุ์ของไส้เดือยฝอย

[1]ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author: fagrptr@ku.ac.th

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศกว่า 72 ล้านไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 31 ล้านตัน และส่งออกข้าวเป็นปริมาณลำดับต้นๆ ของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ในการผลิตข้าวมักพบปัญหาการลดลงของผลผลิตจากการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola* เป็นหนึ่งในศัตรูพืชสำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง (Gaur and Singh, 2010) มีรายงานการพบไส้เดือนฝอยชนิดดังกล่าวในพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั่วโลก โดยเฉพาะภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเพาะปลูกข้าวมากกว่า 90% ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลก (Dutta *et al*., 2012) ในประเทศไทยมีรายงานการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปมในพื้นที่เพาะปลูกข้าวทุกภูมิภาค และมีการเข้าทำลายค่อนข้างรุนแรงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคใต้ (ลือชัย, 2528) งานวิจัยนี้ใช้ข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ในการทดสอบ เนื่องจากเป็นข้าวปลูกนาปรัง ไม่ไวแสง นิยมปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการเข้าทำลายของ *M. graminicola* ค่อนข้างรุนแรง ที่จำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* 0.1-10 ตัว ต่อดิน 1 กรัม มีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลง 31-97% ไส้เดือนฝอยชนิดนี้ กระตุ้นให้เซลล์รากพืชเกิดการแบ่งตัวผิดปกติ ทำให้รากมีอาการเป็นปุ่มปม ส่งผลให้ระบบการดูดน้ำและอาหารของพืชลดลง ซึ่งทำให้รวงและเมล็ดข้าวไม่สมบูรณ์ (Poudyal *et al*., 2005; Singh *et al*., 2010) ปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของโรคมีหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ข้าว ชนิดของดิน จำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยรากปมเริ่มต้น สภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะรูปแบบการให้น้ำในแปลงเพาะปลูก ในประเทศฟิลิปปินส์มีรายงานการศึกษาความเสียหายของข้าวจากไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* ซึ่งพบว่าที่ความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอย 1,000 ตัวต่อดิน 1 กรัมในดินทราย ทำให้ผลผลิตของพันธุ์ข้าวสำคัญของประเทศลดลงมากถึง 65.33% และในสภาพดินเหนียวผลผลิตลดลง 61.98% นอกจากนี้พบว่าการปลูกข้าวในสภาวะน้ำท่วมขังตลอดการปลูกทำให้มีผลผลิตสูงกว่าการปลูกภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังสลับแห้ง (Soriano *et al*., 2000) ในขณะที่ Cabasan *et al*. (2017) ได้ศึกษารูปแบบการให้น้ำในการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ที่มีการระบาดของไส้เดือนฝอยรากปม พบว่าการให้น้ำแบบท่วมขังตลอดการปลูกข้าวทำให้ความรุนแรงของโรครากปมน้อยกว่าการให้น้ำแบบท่วมขังสลับแห้ง และสภาวะดินแห้งตลอดฤดูกาลปลูก แม้จะมีผลการศึกษารูปแบบการให้น้ำต่อความรุนแรงของการเกิดโรครากปมในข้าวในหลายประเทศ แต่ประเทศไทยจากการศึกษาที่ผ่านมายังไม่ทราบถึงผลกระทบของรูปแบบการให้น้ำในนาข้าวต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการทดสอบรูปแบบการให้น้ำในนาข้าวต่อการก่อโรค รวมถึงการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปมข้าว *M. graminicola* ในข้าวไทยพันธุ์สุรินทร์ 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวอ่อนแอต่อไส้เดือนฝอยรากปม ทั้งนี้เพื่อให้ดำเนินการจัดการโรครากปมในการผลิตข้าวได้อย่างเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola*

นำตัวอย่างข้าวที่ปลายรากมีลักษณะบวมโป่ง โค้งงอคล้ายตะขอ จากแปลงนา อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ทำการแยกไส้เดือนฝอยจากรากข้าวตัวอย่าง และปลูกไส้เดือนฝอยในข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 เพื่อเพิ่มจำนวน จากนั้นตรวจดูลักษณะรอยย่นส่วนก้น (perineal pattern) ของตัวเต็มวัยเพศเมียเพื่อระบุชนิดตามวิธีการของ Salalia *et al*. (2017) และยืนยันชนิดของไส้เดือนฝอยด้วยการใช้ไพรเมอร์จับจำเพาะ (species-specific primers) Mg-F3 (5'-TTATCGCATCATTTTAT TTG-3') และ Mg-R2 (5'-CGCTTTGTTAGAAAATGACCCT-3') ตามวิธีการของ Adam *et al*. (2007) และ Htay *et al*. (2016) จากนั้นทำสายพันธุ์บริสุทธิ์ของไส้เดือนฝอยรากปม M. *graminicola* และเพิ่มปริมาณสำหรับใช้ในการวิจัย โดยใช้ไข่จากตัวเมียเพียง 1 ตัว ปลูกลงในข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 และขยายพันธุ์เพิ่มจนกระทั่งได้จำนวนตามต้องการตามวิธีการของ Bellafiore *et al*. (2015)

จากนั้นเตรียมตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) โดยตัดรากที่เป็นปมแช่ใน 1% NaClO นาน 3 นาที ตามด้วยการล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง และนำไปปั่นใน 1% NaClO ปริมาณ 500 ml ด้วยเครื่องปั่นนาน 1 นาที กรองด้วยตะแกรงร่อนขนาด 325 mesh ล้างด้วยน้ำสะอาดจนหมดกลิ่น NaClO จากนั้นนำกากที่ค้างบนตะแกรงไปแยกไส้เดือนฝอยด้วยวิธี Bearmann funnel technique (Baermann, 1917) ปรับปริมาตรเพื่อใช้สำหรับการทดลอง

การทดสอบผลของรูปแบบการให้น้ำต่อความรุนแรงในการเกิดโรครากปมข้าวจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปม

ดำเนินการทดลองในสภาพโรงเรือนในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 โดยเพาะเมล็ดข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 จำนวน 1 เมล็ด ในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว บรรจุดินเหนียวจากนาข้าวที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว 5 กิโลกรัม เมื่อต้นกล้ามีอายุ 5 วัน ปลูกตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* ระยะที่ 2 จำนวน 5,000 ตัวต่อกระถาง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งรูปแบบการให้น้ำเป็น 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ประกอบด้วย

1. การให้น้ำขังตลอดฤดูกาลปลูก (flooding)
2. การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง แบบเปียก 1 สัปดาห์ แห้ง 1 สัปดาห์ (1-week-intermittent flooding)
3. การให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง แบบเปียก 1 สัปดาห์ แห้ง 2 สัปดาห์ (2-week-intermittent flooding)
4. การให้น้ำแบบข้าวไร่ (no flooding) (Cabasan *et al*., 2017)

โดยในทุกกรรมวิธีใช้การปลูกข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ในสภาพปกติที่ไม่การปลูกไส้เดือนฝอยรากปมเป็นชุดควบคุม ระหว่างการทดสอบให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 เมื่อข้าวอายุ 14 วัน ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เมื่อข้าวอายุ 35 และ 70 วัน (Soriano *et al*., 2000) บันทึกผลการทดลอง ณ วันเก็บเกี่ยว ผลผลิต

การวัดผล

การก่อโรค

บันทึกความรุนแรงของโรครากปมจากค่าดัชนีการเกิดปม กำหนดการเกิดปม 11 ระดับ ตามวิธีการของ Zeck (1971) ได้แก่ 0 = ระบบรากที่สมบูรณ์และมีสุขภาพดี 1 = ปมขนาดเล็ก มีจำนวนปมน้อย มองเห็นได้ยาก 2 = ปมขนาดเล็ก มองเห็นได้ยาก แต่มี 1 ปมใหญ่ ที่มองเห็นได้ง่าย 3 = ปมขนาดเล็ก มีจำนวนปมมาก แต่รากไม่ได้รับผลกระทบรุนแรง 4 = ปมขนาดเล็กจำนวนมาก และบางปมมีขนาดใหญ่ 5 = มีจำนวนปม 25% ของระบบราก 6 = มีจำนวนปม 50% ของระบบราก 7 = มีจำนวนปม 75% ของระบบราก 8 = ไม่มีรากที่แข็งแรง แต่พืชยังคงเป็นสีเขียว 9 = ระบบรากเน่าเปื่อย พืชกำลังจะตาย และ 10 = พืชตาย จากนั้นนำค่าระดับการเกิดปมมาวิเคราะห์ความรุนแรงของการเกิดโรคจากดัชนีการเกิดปม (galling index; GI) จากสูตรตามวิธีการของ Zhan *et al*. (2018) ดังนี้

$$GI = \frac{\sum(Si \times Ni)}{N \times 10} \times 100$$

Si คือ ระดับการเกิดปม Ni คือ จำนวนต้นแต่ละระดับการเกิดปม N คือจำนวนต้นทั้งหมด

วัดการขยายพันธุ์โดยการแยกตัวอ่อนระยะที่ 2 และไข่ จากรากข้าวตามวิธีการของ Bellafiore *et al*. (2015) และนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

การเจริญเติบโตของพืชและผลผลิต

วัดผลการเจริญเติบโตของข้าวจากความสูงของต้นโดยวัดจากโคนต้นถึงปลายใบ นับจำนวนกอต่อต้น น้ำหนักสดลำต้น บันทึกอายุพืช ณ วันที่ออกดอก 50% จำนวนอายุ ณ วันเก็บเกี่ยว และวัดปริมาณคลอโรฟิลล์รวมของใบพืชตามวิธีของ Barnes *et al*. (1992) และวัดผลผลิตของข้าวจากจำนวนรวง ความยาวรวง จำนวนเมล็ดดีต่อต้น จำนวนเมล็ดลีบต่อต้น และน้ำหนักผลผลิตที่ความชื้น 14% (Cabasan *et al*., 2017) ด้วยเครื่องวัดความชื้น (PM-410, KETT, Japan)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของแต่ละกรรมวิธีด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's range test (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น $P \leq 0.05$ โดยใช้โปรแกรม R version 3.6.1

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การจำแนกไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola*

จากการศึกษารอยย่นส่วนก้นของไส้เดือนฝอยตัวเต็มวัยเพศเมีย จำนวน 10 ตัว พบว่ามีรูปทรงกลมรี (oval shape) เส้นขอบเรียบ (striae) ไม่พบเส้นข้างลำตัว (lateral lines) และเมื่อตรวจยืนยันชนิดโดยการเพิ่มจำนวนของ DNA เป้าหมายด้วยเทคนิค polymerase chain reaction จากไพรเมอร์จับจำเพาะ Mg-F3 และ Mg-R2 ของไส้เดือนฝอย จำนวน 100 ตัว พบว่ามีขนาดเท่ากับ 369 bp (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของไส้เดือนฝอยรากปมชนิด *M. graminicola* (Htay *et al*., 2016; Salalia *et al*., 2017)

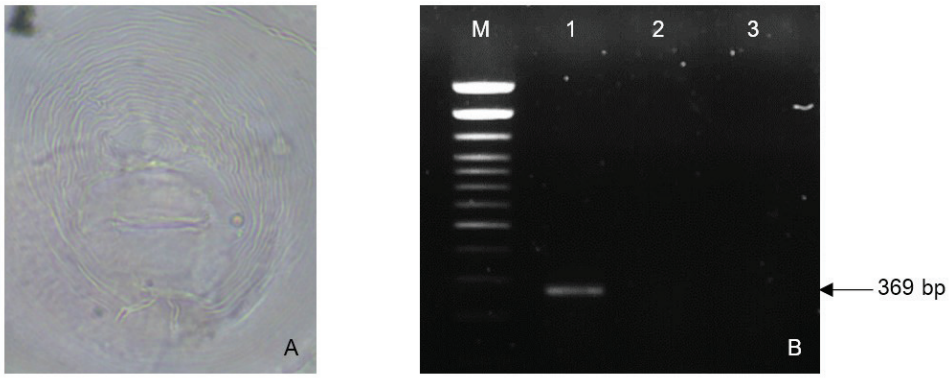

Figure 1 Perineal pattern of *M. graminicola* (A) and PCR product of *Meloidogyne graminicola* DNA using primers Mg-F3/Mg-R2 (B) Lane M: *Invitrogen* TrackIt 100 bp DNA Ladder marker, Lane 1: *M. graminicola*, Lane 2: *M. incognita*, Lane 3: sterile water

2. ผลของรูปแบบการให้น้ำต่อการก่อโรคและการขยายพันธุ์ของไส้เดือยฝอย

จากการประเมินความรุนแรงในการก่อโรคของไส้เดือยฝอยรากปม *M. graminicola* จากค่าดัชนีการเกิดปมของข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ที่ปลูกในสภาพการให้น้ำแบบต่างๆ พบว่าในสภาพที่น้ำขังตลอดมีค่าดัชนีการเกิดปมน้อยที่สุด รองลงมาคือการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้ง 1 สัปดาห์ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งนานขึ้นเป็น 2 สัปดาห์ และการปลูกในสภาพข้าวไร่หรือดินแห้งนั้นให้ผลการเกิดปมเพิ่มมากขึ้น (Table 1) และเมื่อประเมินจากการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยในรากข้าวที่เจริญในสภาพต่างๆ จากจำนวนตัวอ่อนและไข่ พบว่าการปลูกข้าวในสภาพน้ำแบบเปียกสลับแห้ง 1 สัปดาห์ แบบเปียกสลับแห้ง 2 สัปดาห์ และในสภาพข้าวไร่หรือดินแห้ง มีจำนวนไส้เดือนฝอยมากกว่ารากข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำท่วมขังถึง 93.53, 132.16 และ 45.50 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยส่วนใหญ่ (Sariano *et al*., 2000; Win *et al*., 2015; Cabasan *et al*., 2017) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าในสภาวะที่น้ำขังตลอดทำให้การเคลื่อนที่ของไส้เดือนฝอยไปยังปลายรากข้าวมีประสิทธิภาพลดลงเนื่องจากตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไส้เดือนฝอยไม่สามารถยึดเกาะกับรากได้นานพอที่จะเจาะเข้าไปภายในรากจากการไหลผ่านของน้ำหรือการที่มีน้ำท่วมขังทำให้สารเคมีที่รากพืชปล่อยออกมา (root exudate) เพื่อดึงดูดไส้เดือนฝอยเข้าสู่รากมีความเจือจางจึงทำให้ไส้เดือนฝอยเข้าทำลายได้น้อยลง (Dutta et al., 2012) อีกทั้งภายใต้

สภาพน้ำท่วมขังทำให้ระดับออกซิเจนในดินลดลง ไม่เอื้อต่อการเคลื่อนที่และการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย ซึ่งโดยปกติมักเข้าทำลายพืชได้ดีในดินที่มีปริมาณออกซิเจนสูง (Evans and Perry, 2009) และจากผลการศึกษาของ Win *et al*. (2015) ได้ระบุในทิศทางเดียวกันว่าในสภาพน้ำท่วมขังมีปริมาณไส้เดือนฝอยรากปมในรากน้อยกว่าในสภาพเปียกสลับแห้ง และแบบแห้งมีจำนวนไส้เดือนฝอยมากที่สุด แต่ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Prot and Matias (1995) ที่พบว่าจำนวนตัวอ่อนในราก ในข้าวที่ให้น้ำแบบชลประทานนั้นมีจำนวนมากกว่าการปลูกข้าวไร่ (ไม่มีน้ำขัง) ทั้งนี้อาจเกิดจากการทดสอบในข้าวที่ต่างสายพันธุ์ จึงทำให้มีจำนวนตัวอ่อน ในรากที่แตกต่างกัน และจากผลการวิจัยนี้พบว่าการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งมีจำนวนไส้เดือนฝอยมากกว่าแบบแห้ง และหากทิ้งระยะการให้น้ำสลับนานขึ้นเป็น 2 สัปดาห์ ทำให้การขยายพันธุ์เพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยธรรมชาติของไส้เดือนฝอยรากปมมักเข้าทำลายรากพืชได้ดีในสภาพแห้งเนื่องจากการสื่อสารของสารเคมีจากรากพืชและอวัยวะรับสัมผัส (chemo receptor) ของไส้เดือนฝอยไม่ถูกรบกวนด้วยน้ำจึงสามารถเข้าสู่รากได้ปกติ (Evans and Perry, 2009) ในขณะที่เมื่อมีน้ำสลับเข้ามาเป็นช่วงที่ไส้เดือนฝอยเข้าสู่รากพืชไปแล้ว ซึ่งเป็นสภาพที่เอื้อให้สภาวะภายในรากข้าวเจริญได้ดีแต่ไม่รบกวนการเจริญเติบโตและความสามารถในการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย เมื่อน้ำแห้งอีกครั้งไส้เดือนฝอยรุ่นใหม่สามารถที่จะเคลื่อนที่ออกจากรากเก่า เพื่อเข้าสู่รากใหม่เป็นการต่อวงจรชีวิตอย่างต่อเนื่อง และในการทิ้งระยะเปียกสลับแห้ง 2 สัปดาห์เป็นจังหวะที่เหมาะสมกับวงจรชีวิตของไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* ในประเทศไทย คือ 14 วัน ซึ่งไส้เดือนฝอยสามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีความชื้นพอเหมาะ ดังนั้นในสภาพแห้งไส้เดือนฝอยจึงขยายพันธุ์ได้น้อยกว่าในสภาพเปียกสลับแห้งแต่ยังมีความรุนแรงของโรคสูงจากการเข้าสู่รากพืชในครั้งแรก จึงเป็นไปได้ว่าในพื้นที่เพาะปลูกข้าวในสภาพเปียกสลับแห้งทำให้จำนวนประชากรของไส้เดือนฝอยรากปมข้าวเพิ่มมากขึ้นและอาจส่งผลในการเพิ่มความรุนแรงของโรครากปมในฤดูกาลปลูกถัดไปได้มากที่สุด ในขณะเดียวกันหากรักษาสภาพพื้นที่เพาะปลูกข้าวให้มีน้ำขังตลอดการปลูกจะช่วยลดความรุนแรงของการเกิดโรคและอัตราการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยรากปม *M. graminicola* ได้

Table 1 Severity of root galling and population densities of *Meloidogyne graminicola* on Thai rice cv. Surin 1 grown under different water regimes as determined at plant maturity.

Water regimes	Root gall index (%)	No. J2s/root[1]	No. eggs/root[1]
Flooding	5.00	$60,737 \pm 2.80\times10^4$ c[2]	$39,050 \pm 9.37\times10^3$ c
1-week flooding	55.00	$2,522,562 \pm 1.85\times10^5$ ab	$7,137,500 \pm 1.05\times10^6$ ab
2-week flooding	75.00	$3,325,687 \pm 3.68\times10^5$ a	$9,764,750 \pm 1.29\times10^6$ a
No flooding	76.25	$1,993,250 \pm 3.57\times10^5$ b	$4,504,250 \pm 1.05\times10^6$ b

[1]Means ± S.D. (n = 8).

[2]Means in the same column followed by the same lowercase letter are not significantly different according to Tukey's HSD test ($P \leq 0.05$).

3. ผลของรูปแบบการให้น้ำต่อการเจริญและปริมาณผลผลิตของข้าวที่ถูกไส้เดือนฝอยรากปมข้าวเข้าทำลาย

ในสภาพน้ำขังและดินแห้ง มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นที่ทดสอบ ทั้งความสูงของลำต้น จำนวนวันที่ออกรวง 50% อายุการเก็บเกี่ยว รวมทั้งพบว่าในสภาพน้ำขัง การเจริญและผลผลิตข้าวเสียหายน้อยกว่าสภาพแห้ง แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการ

ให้น้ำแบบน้ำขังกับเปียกสลับแห้ง (Table 2) ในขณะที่เมื่อพิจารณาจาก น้ำหนักต้น จำนวนกอต่อต้น ปริมาณคลอโรฟิลล์ ของพืชพบว่าในน้ำขังมีแนวโน้มน้อยกว่าแบบเปียกสลับแห้งและแบบแห้ง เมื่อพิจารณาจากลักษณะผลผลิต พบว่าข้าวที่มีค่าดัชนีการเกิดปมมาก (ในสภาพเปียกสลับแห้งและสภาพแห้ง) มีความยาวรวง จำนวนรวง ปริมาณเมล็ดดี เมล็ดเสีย ต่อต้นมากกว่าข้าวที่มีค่าดัชนีการเกิดปมน้อย (สภาพน้ำขัง) แต่ให้น้ำหนักผลผลิตต่อต้นน้อยกว่า (Table 3) ในงานวิจัยนี้พบว่าข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลายภายใต้รูปแบบการให้น้ำแบบน้ำขัง เปียกสลับแห้ง 1 สัปดาห์ เปียกสลับแห้ง 2 สัปดาห์ และ สภาพแห้ง ทำให้ผลผลิตลดลง 46.75%, 47.58%, 54.10% และ 57.20% ตามลำดับเมื่อเปรียบกับผลผลิตของข้าวปกติที่ไม่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย (22.27 กรัม/ต้น) นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ที่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลายในทุกรูปแบบการให้น้ำมีความสูงของลำต้น ความยาวของรวง และจำนวนเมล็ดเสียต่อรวงลดลง แต่มีจำนวนวันที่ออกรวง 50% เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบกับผลผลิตของข้าวปกติที่ไม่ถูกไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย จากการทดลองนี้พบว่าไส้เดือนฝอยเข้าทำลายอยู่ในระดับที่ไม่แสดงอาการชัดเจน โดยปกติอาการของพืชที่ถูกไส้เดือนฝอยรากปมเข้าทำลายมักแสดงอาการเด่นชัดเมื่อระบบรากถูกทำลายกว่า 75% (Evans and Perry, 2009) ดังนั้นแม้ความรุนแรงของการเกิดโรคในสภาพการให้น้ำต่างกัน แต่อยู่ในระดับที่ยังไม่แสดงอาการจึงยังไม่สามารถวัดความแตกต่างกันได้ และสอดคล้องกับศราวุฒิ และ แสวง (2554) ที่รายงานว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีน้ำหนักต้นที่ปลูกในสภาพน้ำท่วมขังน้อยกว่าปลูกในสภาพดินแห้ง และสอดคล้องกับพิเชษฐ และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 25 พันธุ์ กับการขาดน้ำในต้นฤดูปลูก พบว่า ข้าวพันธุ์ขาวปากหม้อ และขาวดอกมะลิ 105 มีจำนวนการแตกกอในสภาพน้ำขังในต้นฤดูปลูกน้อยกว่าสภาพแห้ง แต่ในพันธุ์น้ำสะกุย 19 ข้าวดอ และนางหก มีจำนวนการแตกกอในสภาพน้ำขังในต้นฤดูปลูกมากกว่าสภาพแห้ง การตอบสนองและการแสดงออกของข้าวแต่ละพันธุ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปมมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะพันธุ์ข้าวนั้นๆ

Table 2 Effect of *Meloidogyne graminicola* on plant growth of Thai rice cv. Surin 1 grown under different water regimes.

	Water regime			
	Flooding	1-week flooding	2-week flooding	No flooding
Shoot height (cm)[1]	92.06 ± 4.31 a[2]	91.25 ± 3.77 ab	86.19 ± 3.08 bc	84.44 ± 3.61 c
Shoot weight (g)[1]	53.13 ± 8.84 b	67.19 ± 11.45 ab	81.25 ± 22.16 a	65.63 ± 8.84 ab
No. of tillers/plant[1]	5.88 ± 0.64 b	9.75 ± 1.49 a	10.38 ± 2.45 a	10.25 ± 1.58 a
50% day of flowering[1]	106.50 ± 2.07 c	106.00 ± 1.51 c	121.88 ± 9.69 b	132.88 ± 2.75 a
Total chlorophyll (g/ml)[1]	2.68 ± 0.43 b	3.06 ± 0.26 ab	3.30 ± 0.48 a	3.38 ± 0.35 a
Day of harvesting[1]	144.88 ± 2.47 c	146.63 ± 3.62 c	157.50 ± 14.43 b	171.00 ± 0.00 a

[1]Means ± S.D. (n = 8).

[2]Means in the same row followed by the same lowercase letter are not significantly different according to Tukey's HSD test ($P \leq 0.05$).

Table 3 Effect of *Meloidogyne graminicola* on yield of Thai rice cv. Surin 1 grown under different water regimes.

	Water regime			
	Flooding	1-week flooding	2-week flooding	No flooding
Panicle length (cm)[1]	23.60± 0.44 a[2]	23.30 ± 1.38 a	20.61 ± 2.31 b	19.51 ± 1.50 b
No. of panicle/plant[1]	5.88 ± 0.64 b	11.88 ± 3.64 a	8.13 ± 2.03 b	13.88 ± 2.03 a
No. of shriveled grain/plant[1]	456.25 ± 43.2 b	516.25 ± 99.21 ab	489.13 ± 58.79 ab	560.38 ± 56.35 a
No. of filled/per plant[1]	149.00 ± 33.90 b	250.00 ± 103.72 a	184.25 ± 51.11 ab	274.13 ± 64.21 a
Yield (g)[1]	11.86 ± 1.13 a	11.47 ± 2.28 ab	10.65 ± 1.36 ab	9.53 ± 0.96 b

[1]Means ± S.D. (n = 8).
[2]Means in the same row followed by the same lowercase letter are not significantly different according to Tukey's HSD test ($P \leq 0.05$).

สรุป

ไส้เดือนฝอยรากปมข้าว *M. graminicola* ทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์สุรินทร์ 1 ลดลง โดยรูปแบบการให้น้ำในฤดูกาลปลูกมีผลไปเพิ่มความรุนแรงของการก่อโรคของไส้เดือนฝอยชนิดนี้รวมถึงการขยายพันธุ์ โดยในสภาพดินแห้งมีผลต่อระดับการเกิดโรคมากที่สุด ในขณะที่สภาพดินเปียกสลับแห้งมีผลต่อการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอย โดยเฉพาะการปล่อยให้ดินแห้งนาน 2 สัปดาห์ การปลูกข้าวในสภาพที่มีน้ำขังตลอดช่วยให้การลดลงของผลผลิตที่เกิดจากการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *M. graminicola* และการขยายพันธุ์ของไส้เดือนฝอยลดลงได้

เอกสารอ้างอิง

พิเชษฐ นาเมือง, สำราญ พิมราช และเหล็กไหล จันทะบุตร. 2560. การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทนแล้งต่อการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูปลูกของข้าวพื้นเมือง. วารสารเกษตรพระวรุณ 14: 10-21.

ลือชัย อารยะรังสฤษฏ์. 2528. ความต้านทานของข้าวบางพันธุ์ต่อไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne graminicola* (Gloden and Birchfield). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, กรุงเทพมหานคร. 76 หน้า.

ศราวุฒิ เกลี้ยงพร้อม และแสวง รวยสูงเนิน. 2554. อิทธิพลของปุ๋ยหมักและการให้น้ำต่อความสูงและน้ำหนักของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1. หน้า 774-778. *ใน*: โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12.มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร (ข้าว). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th (10 พฤษภาคม 2564).

Adam, M.A.M., M.S. Phillips and V.C. Blok. 2007. Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). Plant Pathology 56: 190-197.

Baermann, G. 1917. Eine einfache methode zur auffindung von ankylostomum (nematoden) aarven in erdproben. Geneeskd Tijdschr Ned-Indie 57: 131-137.

Barnes, J.D., L. Balaguer, E. Manrique, S. Elvira and A.W. Davison. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. Environmental and Experimental Botany 32: 85-100.

Bellafiore, S., C. Jougla, E. Chapuis, G. Besnard, M. Suong, P.N. Vu, D.D. Waele, P. Gantet and X.N. Thi. 2015. Intraspecific variability of the facultative meiotic parthenogenetic root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) from rice fields in Vietnam. Comptes Rendus Biologies 338: 471-483.

Cabasan, M.T.N., A. Kumar and D.D. Waele. 2017. Effects of initial nematode population density and water regime on resistance and tolerance to the rice root-knot nematode *Meloidogyne graminicola* in African and Asian rice genotypes. International Journal of Pest Management 64: 252-261.

Dutta, T.K., A.K. Ganguly and H.S. Gaur. 2012. Global status of rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola.* African Journal of Microbiology Research 6: 6016-6021.

Evans, A.A.F. and A.R. Perry. 2009. Survival mechanisms. pp. 201-222. *In*: R.N. Perry, M. Moens and J.L. Starr (Eds.) Root-knot nematodes. Wallingford, CAB International. United Kingdom.

Gaur, H.S. and P. Singh. 2010. Root-knot nematode infestation in rice. pp. 72-90. *In*: M.R. Khan and M.S. Jairajpuri (Eds.) Nematode Infestations Part I. Food Crop, The National Academy of Sciences, Allahabad, India.

Htay, C.C., H. Peng, W. Huang, L. Kong, W. He, R. Holgado and D. Peng. 2016. The development and molecular characterization of a rapid detection method for rice root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*). European Journal of Plant Pathology 146: 281-291.

Poudyal, D.S., R.R. Pokharel, S.M. Shrestha and G.B. Khatri-Chetri. 2005. Effect of inoculum density of rice root knot nematode on growth of rice cv. Masuli and nematode development. Australasian Plant Pathology 34: 181-185.

Prot, J.C. and D. M. Matias. 1995. Effects of water regime on the distribution of *Meloidogyne graminicola* and other root-parasitic nematodes in a rice field toposequence and pathogenicity of *M. graminicola* on rice cultivar UPL R15. Nematologica 41:219-228.

Salalia, S., R.K. Walia, V.S. Somvanshi, P. Kumar and A. Kumar. 2017. Morphological, morphometric and molecular characterization of intraspecific variations within Indian populations of *Meloidogyne graminicola*. Journal of Nematology 49: 254-267.

Singh, P., H.K. Shrestha and J.S. Prasad. 2010. The rice root-knot nematode, *Meloidogyne graminicola*: an emerging problem in rice-wheat cropping system. Indian Journal of Nematology 40: 1-11.

Soriano, I.R.S., J.C. Prot and D.M. Matias. 2000. Expression of tolerance for *Meloidogyne graminicola* in rice cultivars as affected by Soil type and flooding. Journal of Nematology 32: 309-317.

Win, P.P., P.P. Kyi, Z.T.Z. Maung, Y.Y. Myint and D.D. Waele. 2015. Effect of different water regimes on nematode reproduction, root galling, plant growth and yield of lowland and upland Asian rice varieties grown in two soil types infested by the rice root-knot nematode *Meloidogyne graminicola*. Russian Journal of Nematology 23: 99-112.

Zeck, W.M. 1971. A rating scheme for field evaluation of root knot nematode infestations. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 24: 141-144.

Zhan, L.P., Z. Ding, D.L. Peng, H. Peng, L.A. Kong, S.M. Liu, Y. Liu, Z.C. Li and W.K. Huang. 2018. Evaluation of Chinese rice varieties resistant to the root-knot nematode Meloidogyne graminicola. Journal of Integrative Agriculture 17: 621-630.