การคัดเลือกพืชทดสอบเพื่อใช้ประเมินความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยรากปมในดิน

Selection of indicator plants for the estimation of Root-knot Nematode population density in soil

ปัญญาศรี ธัญญะภู[1], อนันต์ หิรัญสาลี[2*], และ สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร[3]

Panyasri Tanyaphu[1], Anan Hiransalee[2*], and Suchila Techawongstien[3]

บทคัดย่อ: การศึกษาเพื่อคัดเลือกพืชทดสอบสำหรับใช้ประเมินความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne* spp.) ในดิน ได้ทำการคัดเลือกเบื้องต้นจากพืช 40 ชนิด ในกระถางขนาดเล็กในเรือนทดลอง แต่ละชนิดพืชได้ทดสอบ 10-20 ต้น แต่ละต้นได้รับไข่ไส้เดือนฝอย *M. incognita* 5,000 ไข่, วัดผลเมื่อครบ 30 วัน ประเมินระดับความรุนแรงการเกิดปมที่รากเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งระบบราก เลือกพืชที่มีการเกิดปมระดับปานกลางขึ้นไป (>51%) เกิดปมสม่ำเสมอ ระบบรากไม่เป็นฝอยมากและไม่ขาดง่าย และมีลำต้นตั้ง ได้ 5 ชนิด คือ กระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschus esculentus*) พันธุ์ พจ. 005, ปอกระเจา (*Cochorus olitorius*), มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*), เทียนไทย (*Impatiens balsamina*), และถั่วเขียว (*Vigna radiata*) นำมาทดสอบความไวต่อการเกิดปมรากที่ความหนาแน่นต่างๆ 12 ระดับของประชากรเริ่มต้น (ไข่) ของไส้เดือนฝอย ระดับละ 20 ต้น เก็บไว้ในเรือนทดลองนาน 30 วัน พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดปมรากของพืชทั้ง 5 ชนิด มีสหสัมพันธ์ทางบวกกับระดับความหนาแน่นประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอย (ค่า r = 0.891** ถึง 0.986**) จึงเลือกพืชจากกลุ่มนี้ที่หาเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย เมล็ดไม่พักตัว และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง ได้ 2 ชนิด คือ เทียนไทย และถั่วเขียว นำไปทดสอบในแปลงขนาดเล็ก (microplot) ที่เตรียมให้มีความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยหลายระดับ ตรวจผลหลังหว่านเมล็ด 30 วัน เก็บข้อมูลได้เฉพาะเทียนไทยซึ่งพบว่ามีการงอกไม่สม่ำเสมอ และไม่พบสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิดปมรากกับระดับความหนาแน่นประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอย ส่วนถั่วเขียวซึ่งปลูกครั้งที่สองในแปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวและปลูกเทียนไทย พบสหสัมพันธ์ดังกล่าวในถั่วเขียวที่ปลูกไม่หนาแน่น แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำกว่าที่พบในเรือนทดลอง แม้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าถั่วเขียวมีความเหมาะสมในการนำมาใช้เป็นพืชทดสอบประเมินความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยรากปมในระดับไร่นา ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติม แต่ก็ถือว่าถั่วเขียวมีความเหมาะสมกว่าพืชอื่นที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยรากปม, พืชทดสอบ

[1] อดีตนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Former graduate student in major plant pathology, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

[2] สาขาโรคพืชวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Major plant pathology, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

[3] สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Major horticulture, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University 40002

* Corresponding author : anahir@kku.ac.th

ABSTRACT: Selection of potential indicator plants for estimation of soil population density of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) was initially made in a greenhouse. After germination, a single plant from 40 different plant species grown in a 350-ml plastic cup filled with sterilized soil was inoculated with 5,000 eggs of *M. incognita* and kept for 30 days, 10-20 plants of each species were tested. Each washed root system was rated for galling percentage (GP). Okra (*Abelmoschus esculentus*) var. PJ 005, jute (*Cochorus olitorius*), tomato (*Lycopersicon esculentum*), garden basam (*Impatiens balsamina*), and mungbean (*Vigna radiata*) were five plant species selected for a further test, based on the following criteria: GP greater than slightly high level (>51%), consistent galling, strong root system, and upright stem. Twenty plants of each 5 plant species germinated singly as in the earlier test were inoculated with 12 different density levels of nematode eggs and kept for 30 days in the greenhouse. At the results, all 5 species showed positive correlation between GP and initial population density (Pi) (r=0.891** to 0.896**). Concerning about having non-dormant seed and high percent germination rates, garden balsam and mungbean were selected for microplot test. The two plant species were broadcast seeded in microplot artificially infested with varied population densities of the nematode. After 30 days, data were available only for garden balsam with non-uniform germination, and showed no correlation between GP and Pi. A repeated test of mungbean with 2 rates of seed use showed positive correlation between GP and Pi, especially in the low seed rate plot, and the correlation coefficients were lower than those in the greenhouse. The results could not finalize the suitability of mungbean as the indicator plant for the estimation of soil population of root-knot nematode. Further studies are still needed. However, among 40 plant species tested, mungbean seemed to be a good choice for this purpose.
Keywords: root-knot nematode, indicator plant

บทนำ

ไส้เดือนฝอยรากปม (root-knot nematode, *Meloidogyne* spp.) เป็นศัตรูสำคัญที่ทำความเสียหายให้กับพืชทั่วโลกมากกว่าไส้เดือนฝอยกลุ่มอื่นเนื่องจากมีพืชอาศัยกว้าง และเพิ่มปริมาณได้คราวละมากๆ และรวดเร็ว (Taylor and Sasser, 1978) ชนิด (species) ของไส้เดือนฝอยรากปมที่พบระบาดมากในเขตร้อน คือ *M. incognita, M. javanica* และ *M. arenaria* ส่วนในประเทศไทยชนิดที่พบมากที่สุดคือ *M. incognita* (เพิ่มศักดิ์ และ สืบศักดิ์, 2534) ไส้เดือนฝอยรากปมทำให้รากพืชเป็นปุ่มปม พืชแคระแกร็น และอาจทำให้พืชตายได้ (Taylor and Sasser, 1978) ความรุนแรงของอาการรากปมดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยรากปมในดิน (Barker and Imbriani, 1984)

ในการจัดการและวางแผนการป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางชีววิทยา สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการก่อโรค ความสามารถในการก่อโรค และต้องทราบชนิดและความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยที่มีอยู่ (Barker and Nusbaum, 1971) การประเมินขนาดประชากรของไส้เดือนฝอยรากปมในดิน ใช้วิธีตรวจนับตัวอ่อน (juvenile) ระยะที่ 2 (J2) ในดิน และจำนวนไข่ในกลุ่มไข่ (egg mass) ที่ติดอยู่ที่ราก (Barker, 1985) ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการ และใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องตรวจนับ จากการที่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของการเกิดปมที่รากกับขนาดของประชากรไส้เดือนฝอยรากปมในดินก่อนปลูกพืชในพืชหลายชนิด จึงได้มีการนำพืชดังกล่าวมาเป็นพืชทดสอบ (indicator plant) ใช้ปลูกตรวจวัดระดับความรุนแรงของปมราก เพื่อนำมาแปลผลประเมินความหนาแน่นของประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยในดินได้ (Barker and Nusbaum, 1971) ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการแต่อย่างใด น่าจะเป็นการสะดวกต่อเกษตรกร ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเพื่อคัดเลือกพืชที่สามารถตอบสนองอย่างดีต่อการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมที่ระดับความหนาแน่นต่างๆ โดยแสดงอาการการเกิดปมอย่างชัดเจน สม่ำเสมอ มีระบบรากที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในสภาพแปลงปลูก เพื่อพัฒนาเป็นพืชทดสอบสำหรับประเมินขนาดประชากรของไส้เดือนฝอยรากปมต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมไส้เดือนฝอยรากปม

ใช้ไส้เดือนฝอยรากปม *M. incognita* ที่เลี้ยงไว้ในมะเขือเทศพันธุ์สีดา เตรียมไข่ไส้เดือนฝอยสำหรับนำไปปลูกเชื้อทดสอบโดยการนำรากปมของมะเขือเทศที่เลี้ยงเชื้อไว้มาล้างดินออก ตัดรากเป็นชิ้นยาว 1-2 ซม. แช่ในสารละลาย 1% โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ให้ท่วมราก ใช้แท่งแก้วกวนเป็นระยะ เมื่อครบ 4 นาที รีบเทใส่ตะแกรงหยาบ (ขนาดช่อง 500 ไมครอน) ที่มีอ่างพลาสติกรองรับไว้ ใช้สายน้ำฉีดไล่ไข่ที่ค้างบนตะแกรงลงอ่างพลาสติก รีบเพิ่มน้ำในอ่างพลาสติกและเทน้ำผ่านตะแกรงละเอียด (ขนาดช่อง 25 ไมครอน) ล้างไข่ที่ติดบนตะแกรงละเอียดลงไปในอ่างพลาสติกใหม่ เพิ่มน้ำแล้วเทน้ำผ่านตะแกรงละเอียดอีก ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าไข่ไส้เดือนฝอยที่แยกได้ปราศจาก NaOCl เก็บน้ำที่มีไข่ไส้เดือนฝอยในบีกเกอร์ กวนและสุ่มครั้งละ 5 มล. ไปใส่ถาดนับ ทำ 3 ครั้ง เพื่อนับจำนวนไข่ใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ แล้วคำนวณความหนาแน่นทั้งหมด ก่อนนำไปปรับความเข้มข้นสำหรับใช้แต่ละครั้ง

การคัดเลือกพืชทดสอบในเรือนทดลอง

ได้ทดสอบพืช 40 ชนิด จาก 13 วงศ์ **(Table 1)** โดยเพาะเมล็ดพืชทดสอบในดินฆ่าเชื้อในกระถางที่เป็นแก้วน้ำพลาสติกขนาดความจุ 350 มล. ที่เจาะรูระบายน้ำที่ก้น ชนิดพืชละ 20 กระถาง เมื่อพืชอายุ 7 วันหลังงอกพ้นดิน คัดเลือกเอาเฉพาะต้นที่ขนาดใกล้เคียงกันอย่างน้อย 10 ต้น (กระถาง) ใส่ไข่ไส้เดือนฝอยจำนวน 5,000 ไข่/กระถาง (ตวงน้ำที่มีไข่ไส้เดือนฝอยอยู่ 1,000 ไข่/มล. จำนวน 5 มล. เทลงในร่องดินที่เซาะแนวรอบโคนต้น แล้วกลบหน้าดิน) และมีต้นที่ไม่ได้ใส่ไข่ไส้เดือนฝอย (ใส่น้ำกลั่นแทน) ไว้เปรียบเทียบ จัดเรียงกระถางพืชไว้ในเรือนทดลอง รดน้ำสม่ำเสมอ เมื่อทดสอบครบ 30 วัน นำรากมาล้างดินออก เพื่อประเมินผลความรุนแรงการเกิดอาการรากปม โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่ผิวรากที่มีอาการรากปมจากระบบรากของแต่ละต้น (Hirunsalee et al., 1995)

คัดเลือกพืชที่แสดงอาการรากปมชัดเจน ซึ่งมีค่าการเกิดปมตั้งแต่ระดับค่อนข้างมาก (51-75%) ถึงระดับสูง (76-100%) อย่างสม่ำเสมอ มีค่าเบี่ยงเบนต่ำ ระบบรากไม่เป็นฝอยมากและไม่ขาดง่าย และเป็นพืชที่หาเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย 5 ชนิด คือ เทียนไทย (*Impatien balsamina*), กระเจี๊ยบเขียว (*Abelmoschus esculentus*) พันธุ์ พจ. 005, มะเขือเทศพันธุ์สีดา (*Lycopersicon esculentum*), ปอกระเจา (*Cochorus olitorius*), และถั่วเขียว (*Vigna radiata*) เพาะในดินฆ่าเชื้อในกระถางขนาดเดิม และคัดเลือกต้นที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาใช้ชนิดพืชละ 240 ต้น ปลูกเชื้อเมื่ออายุ 7 วันหลังงอก โดยใส่ไข่ไส้เดือนฝอยที่มีปริมาณความหนาแน่นแตกต่างกัน 12 ระดับ คือที่ระดับ 0, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 และ 10,000 ไข่/ต้น (ใส่น้ำที่มีไข่ไส้เดือนฝอยอยู่หนาแน่น 0, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800 และ 2000 ไข่/มล. ต้นละ 5 มล.) ระดับๆละ 20 ต้น (กระถาง) จัดเรียงกระถางแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) บนโต๊ะในเรือนทดลอง รดน้ำสม่ำเสมอ เมื่อครบ 30 วัน นำรากมาล้าง เพื่อประเมินความรุนแรงของการเกิดอาการรากปมเช่นเดิม วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการเกิดปมในแต่ละระดับความหนาแน่นของปริมาณไข่ วิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเกิดปมกับระดับความหนาแน่นของประชากรเริ่มต้น (ไข่) ไส้เดือนฝอย

การศึกษาพืชทดสอบในแปลงขนาดเล็ก (microplot)

ใช้แปลงทดลองขนาดเล็กที่สร้างจากอิฐซีเมนต์บล๊อก ซึ่งก่อสูงเหนือพื้นดิน 40 ซม. กว้าง 1 ม. ยาว 4 ม. จำนวน 2 แปลง บรรจุดินทรายร่วน อบฆ่าเชื้อในดินด้วยสารเคมี dazomet (Basamid-G) อัตรา 400 กรัม ต่อ 10 ตร.ม. (โดยการคลุกผงสารเคมีเข้ากับดินลึกประมาณ 15 ซม. อัดหน้าดินให้แน่น รดน้ำให้ชุ่ม แล้วคลุมแผ่นพลาสติกไว้ 7 วัน) หลังอบดินแล้วรอไว้ 4 สัปดาห์ จึงใช้งาน แบ่งพื้นที่แปลงทดลองเป็น 5 ช่อง (แปลงย่อย ขนาด 80x100 ซม.) ตามแนวขวางโดยกั้นดินด้วยซีเมนต์แผ่นเรียบ เตรียมไข่ไส้เดือนฝอยให้มีปริมาณความหนาแน่น 5 ระดับ คือ

1 เท่า, 2 เท่า, 4 เท่า, 8 เท่า และ 16 เท่า โดยเตรียมน้ำผสมไข่ไส้เดือนฝอยที่มีความหนาแน่นสูงสุดเป็น 16 เท่า แล้วค่อยเติมน้ำสะอาดลงไปครั้งละ 1 เท่าตัว เพื่อลดความหนาแน่นลงครั้งละ 1 เท่า นำน้ำผสมไข่แต่ละความหนาแน่นใส่บัวรดน้ำ รดให้กระจายทั่วช่องแปลงย่อย คลุกเคล้าให้เข้ากับดินด้วยคราด จากนั้นหว่านเมล็ดถั่วเขียวเพื่อให้เป็นพืชอาศัยสำหรับการเพิ่มประชากรของไส้เดือนฝอย รดน้ำด้วยบัวรดน้ำสม่ำเสมอ เมื่อถั่วเขียวอายุได้ 60 วัน จึงถอนถั่วเขียวและวัชพืชออกให้หมด เกลี่ยหน้าดินของแต่ละช่องให้เรียบสม่ำเสมอ สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละช่องเพื่อตรวจวัดความหนาแน่นของประชากรเริ่มต้นก่อนปลูกพืชทดสอบ โดยสุ่มเก็บช่องแปลงย่อยละ 10 ตำแหน่ง (sample) ตามจุดสุ่มที่ปักไม้หลักไว้บอกตำแหน่ง สุ่มเก็บดินรอบไม้หลักภายในรัศมี 10 ซม. โดยใช้ท่อเหล็กเจาะดิน (auger) เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม. แทงที่ความลึก 12 ซม. ให้ได้ดินรวมกันประมาณ 500 มล. ต่อตำแหน่ง นำดินตัวอย่างคลุกเคล้ากันแล้วตวงเอาเพียง 300 มล. เพื่อแยกไส้เดือนฝอยโดยวิธีการของ Cobb's sieving และ centrifugal floatation technique (Barker, 1985) และนำไปตรวจนับจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 2 (J2) ของไส้เดือนฝอยรากปม

เลือกพืชที่ผ่านการทดสอบในเรือนทดลองที่สามารถงอกและเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพ มีระบบรากง่ายต่อการอ่านผลและไม่ขาดง่าย 2 ชนิด คือ เทียนไทย และถั่วเขียว ปลูกพืชทั้งสองชนิดๆละ 1 แปลงทดลอง โดยหว่านเมล็ดในอัตรา 40 และ 80 กรัม/ช่อง ตามลำดับ รดน้ำสม่ำเสมอ จนครบ 30 วัน เก็บผลการทดลองในทุกตำแหน่งที่เคยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน (ตำแหน่งที่มีไม้หลัก) โดยถอนพืชทุกต้นที่อยู่ในรัศมี 10 ซม. นำรากไปล้างแล้วประเมินการเกิดปมราก แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละตำแหน่ง นำไปวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดปมรากกับความหนาแน่นประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยในแต่ละตำแหน่งที่เคยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน

หลังจากเก็บผลการทดสอบพืชทั้งสองแล้ว ได้ย่อยดินและปรับหน้าดินให้เรียบสม่ำเสมอ กำหนดตำแหน่งที่ใช้เก็บตัวอย่างดินและสุ่มเก็บตัวอย่างดินครั้งใหม่ เพื่อวัดขนาดความหนาแน่นประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยก่อนทดสอบปลูกพืชอีกครั้ง โดยปลูกถั่วเขียวทั้ง 2 แปลง (เนื่องจากเทียนไทยมีปัญหาเรื่องการงอกไม่สม่ำเสมอในการปลูกครั้งแรก) แต่แบ่งช่องเป็น 2 ซีก ตามแนวยาวของแปลงซีเมนต์บล๊อค (ได้แปลงขนาด 0.5 x 4.0 ตร.ม.) เพื่อหว่านถั่วเขียวให้มีความหนาแน่น 2 ระดับ (ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 20 และ 40 กรัม/ช่องเล็ก หรือคิดเป็น 16 และ 32 กก./ไร่) ในแต่ละช่อง เก็บผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับการปลูกครั้งแรก

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การคัดเลือกพืชทดสอบในเรือนทดลอง

จากการศึกษาเบื้องต้นในเรือนทดลองกับพืช 40 ชนิด จาก 13 วงศ์ โดยปลูกเชื้อด้วยไข่ไส้เดือนฝอยรากปม 5,000 ไข่/ต้น ในกระถาง เลี้ยงไว้นาน 30 วัน ปรากฏว่าพืชแต่ละชนิดมีระดับการตอบสนองต่อปริมาณไส้เดือนฝอยรากปม โดยการเกิดปมรากในปริมาณ (%) แตกต่างกัน **(Table 1)** ตั้งแต่ระดับน้อย (1-5%) ค่อนข้างน้อย (6-20%) ปานกลาง (21-50%) ค่อนข้างมาก (51-75%) และระดับมาก (76-100%) ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มระดับความรุนแรง โดยสืบศักดิ์และสมชาย (2527)

เพื่อให้ได้พืชที่ตอบสนองต่อไส้เดือนฝอยเกิดปมรากที่ชัดเจน (% รากปมสูง) และสม่ำเสมอ (มีความแปรปรวนน้อย) จึงได้เลือกพืชที่มีระดับการเกิดปมรากตั้งแต่ระดับค่อนข้างมากขึ้นไป และเป็นพืชที่มีลำต้นไม่เลื้อย ระบบรากไม่เป็นฝอยและไม่ขาดง่าย ได้ 5 ชนิดพืช คือ กระเจี๊ยบเขียว พันธุ์ พจ.005 (65.9$\pm$7.3 %) ปอกระเจา (77.4$\pm$8.3 %) มะเขือเทศ (70.2$\pm$6.2 %) เทียนไทย (92.5$\pm$5.9 %) และถั่วเขียว (48.8$\pm$11.7 %) **(Table 1)** (ถั่วเขียวแม้มีความแปรปรวนของการเกิดปมสูงกว่าพืชชนิดอื่นแต่เนื่องจากลักษณะต้นและรากและการหาเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย จึงถูกเลือกด้วย) สำหรับนำไปทดสอบเพื่อเลือกใช้เป็นพืชทดสอบต่อไป

Table 1 Plant species and their responses (percent galling) to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) at 30 days after inoculation with 5,000 nematode eggs in the greenhouse.

Test plant			Percent galling		Number of plants
Family	**Common name and Thai name**	**Scientific name**	**Mean ± S.D.**	**Min-Max**	**calculated**
Amaranthaceae	Globe amaranth	*Gomphrena globosa* L.	0.9±0.3	0-1	10
	Celosia	*Celosia argentia* L.	5.4±2.6	2-10	10
Balsaminaceae	Garden balsam	*Impatiens balsamina* L.	92.5±5.9	85-100	10
Compositae	Cosmos	*Cosmos sulfusens* Cav.	0.9±0.4	0-1	10
	Zinnia	*Zinnia elegans* Jacq.	1.0+0.2	1-2	20
	Lettuce	*Lactuca sativa* L.	33.7±15.2	8-55	15
Convolvulaceae	Water convolvulus	*Ipomoea aquatica* Forsk.	10.4±3.5	6-15	20
Cruciferae	Pak choi	*Brassica chinensis* var. *chinensis*	36.8±11.1	20-50	10
	Chinese radish	*Raphanus sativus* L.	2.0+0.7	1-3	10
Cucurbitaceae	Watermelon	*Citrullus lanatus* (Thumb.) Mansf.	64.0±14.1	30-80	10
	Muskmelon	*Cucumis melo* L.	33.5±14.2	15-60	10
	Common cucumber	*Cucumis sativus* L.	60.9±23.9	25-85	10
		Cucumis sativus L.	59.2±16.5	35-82	10
	Ivy gourd	*Coccinia grandis* L.	29.8±11.2	15-50	10
	Snake gourd	*Trichosanthes cucumerina* var. *anguina*	66.6±12.6	40-90	10
	Wax gourd	*Benincasa hispida* (Thumb.) Cogn.	37.5±15.5	15-70	10
	Angled loofah	*Luffa acutangula* L. Roxb.	80.0±9.9	60-90	10
	Smooth loofah	*Luffa cylindrica* Reom.	76.5±11.7	60-95	10
	Pumpkin	*Cucurbita moschata* (Doch.) Pior.	17.4±11.6	5-35	10

Table 1 Plant species and their responses (percent galling) to root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita*) at 30 days after inoculation with 5,000 nematode eggs in the greenhouse. (Con.)

Test plant			Percent galling		Number of plants
Family	**Common name and Thai name**	**Scientific name**	**Mean ± S.D.**	**Min-Max**	**calculated**
Libiatae	Holy basil	*Ocimum sanctum* L.	59.1±21.5	35-98	10
	Hairy basil	*Ocimum americanum* L.	1.7±0.9	1-7	10
	Sweet basil	*Ocimum basilicum* L.	3.6±1.9	1-8	10
Leguminosae	Lead tree	*Leucaena leucocephala* de Wit.	0.8+0.4	0-1	10
	Indigo	*Indigofera hirsuta* L.	49.2±30.6	15-95	15
	Winged bean	*Psophocarpus tetragonolobus* (L.)D.C.	3.6±1.5	1-5	15
	Mungbean	*Vigna radiata* (L.) Wilezk.	48.8±11.7	30-85	10
	Yardlong bean	*Vigna unguiculata* (L.) Walp.	37.5±5.9	30-48	20
	Soybean	*Glycine max* Merr.	50.5±17.2	30-75	10
Malvaceae	Okra var.	*Abelmoschus esculentus* (L) Moench.			
	- PJ 0015		41.3±2.9	38-45	10
	- PJ 003		46.3±11.7	30-63	10
	- PJ 005		65.9±7.3	60-85	10
	- PJ 014		20.4±5.9	15-35	10
	Roselle	*Hibiscus sabdariffa* L.	2.6±1.0	1-7	20
	Thai kenaf	*Hibiscus sabdariffa* var. *altisima*	1.2±0.3	1-2	10
	Kenaf	*Hibiscus cannabinus* L.	33.2±8.7	20-45	10
Nyctaginaceae	Mirabilis	*Mirabillis jalapa* L.	0.6±0.5	0-1	10
Solanaceae	Tomato var. Sida	*Lycopersicon esculentum* Mill.	70.2±6.2	60-80	10
Tiliaceae	Jute	*Cochurus olitorius* L.	77.4±8.3	60-90	10
Umbelliferae	Chinese parsley	*Coriandrum sativum* L.	67.2±14.8	40-85	10
	Drill	*Anethum graveolens* L.	48.3±11.3	30-75	10

นิตยสารเกษตร 38 : 125-136 (2553).

จากการนำพืชทั้ง 5 ชนิดไปทดสอบการตอบสนองต่อไส้เดือนฝอยรากปมที่ระดับความหนาแน่น (ขนาด) ต่างๆกันของประชากรเริ่มต้น ตั้งแต่ 500, 1,000 - 10,000 ไข่ในกระถางขนาดเล็กนาน 30 วัน พบว่าพืชทดสอบทั้ง 5 ชนิดมีแนวโน้มตอบสนอง (เกิดปมราก) ตามระดับความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยในทางบวก กล่าวคือ ที่ระดับความหนาแน่นประชากรไส้เดือนฝอยเริ่มต้นต่ำมีเปอร์เซ็นต์การเกิดปมต่ำและเมื่อระดับความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยสูงเปอร์เซ็นต์การเกิดปมรากก็สูงด้วย (มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือ r = 0.891** ถึง 0.986**) **(Table 2 and Table 3)**

อย่างไรก็ตามการเลือกพืชไปใช้งานในสภาพไร่จำเป็นต้องเลือกพืชที่หาเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย เมล็ดไม่พักตัว งอกในสภาพแปลงและเจริญเติบโตได้ดีในทุกฤดูกาล ลำต้นแข็งแรง และดูแลง่าย จึงคัดเลือกเทียนไทย และถั่วเขียวไปทดสอบในสภาพแปลงเล็ก (microplot)

การศึกษาพืชทดสอบในแปลงขนาดเล็ก

การทดสอบครั้งแรกที่ปลูกพืช 2 ชนิด คือ เทียนไทยและถั่วเขียว ปรากฏว่าถั่วเขียวตายมาก (ประมาณ 70%) หลังงอกได้ 10-15 วัน โดยต้นหักพับเนื่องจากแรงปะทะของลม จึงเก็บผลการทดลองไม่ได้ ส่วนเทียนไทยงอกไม่พร้อมกันและการเจริญไม่สม่ำเสมอ ข้อมูลปมรากมีความแปรปรวนมาก และไม่พบสหสัมพันธ์กับข้อมูลความหนาแน่นของประชากรไส้เดือนฝอยเริ่มต้น ปัญหาการงอกไม่พร้อมกันของเทียนไทยซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากการที่เมล็ดมีขนาดเล็กทำให้อยู่ที่ระดับความลึกในดินแตกต่างกัน สะท้อนว่าเทียนไทยอาจไม่เหมาะสมที่จะเป็นพืชทดสอบในสภาพแปลงปลูก

การทดสอบครั้งที่สอง ซึ่งปลูกเฉพาะถั่วเขียวลงในแปลงที่เคยปลูกถั่วเขียว และแปลงที่เคยปลูกเทียนไทย (การทดสอบครั้งแรก) โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 2 อัตรา คือ อัตราต่ำ (16 กก./ไร่) และอัตราสูง 32 กก./ไร่) หลังปลูก 30 วัน พบว่าระดับความรุนแรงของการเกิดปมรากของถั่วเขียวที่ปลูกซ้ำแปลงถั่วเขียว มีสหสัมพันธ์กับระดับความหนาแน่นประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยเฉพาะในแปลงที่ใช้เมล็ดพันธุ์อัตราต่ำ (ปลูกไม่หนาแน่น) (r = 0.469*) ส่วนถั่วเขียวที่ปลูกในแปลงที่เคยปลูกเทียนไทยนั้นพบว่าระดับการเกิดปมรากมีสหสัมพันธ์กับขนาดประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอย ทั้งในแปลงที่ใช้เมล็ดพันธุ์อัตราต่ำ (r = 0.592*) และอัตราสูง (r = 0.412*) **(Table 4)** จะเห็นได้ว่าการตอบสนองของถั่วเขียวในแปลงที่เคยปลูกถั่วเขียวแตกต่างจากถั่วเขียวในแปลงที่เคยปลูกเทียนไทย ซึ่งอาจเป็นเพราะการปรับตัวของประชากรไส้เดือนฝอยที่มีประวัติการเข้าทำลายพืชที่แตกต่างกันส่งผลให้ระดับการเข้าทำลายพืชใหม่แตกต่างกัน (Hirunsalee et al., 1995) จึงมีข้อสังเกตว่าในแปลงที่ใช้เมล็ดพันธุ์อัตราต่ำ (ต้นพืชไม่หนาแน่น) การตอบสนองของพืช (เปอร์เซ็นต์การเกิดปม) ชัดเจนกว่าการใช้เมล็ดพันธุ์อัตราสูง ฉะนั้นการใช้เมล็ดพันธุ์อัตราต่ำนอกจากให้ผลชัดเจนกว่าแล้วยังช่วยให้ประหยัดเมล็ดพันธุ์ด้วย

ข้อมูลจากสภาพแปลงเปิดมีความแปรปรวนสูงกว่าข้อมูลจากสภาพเรือนทดลอง ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างขนาดประชากรเริ่มต้นของไส้เดือนฝอยกับระดับการเกิดปมรากต่ำกว่า สาเหตุของความแปรปรวนส่วนใหญ่มาจากปัจจัยทางดินที่ไม่สามารถควบคุมได้ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้น (จากฝน) และอุณหภูมิ (Taylor and Sasser, 1978) ธรรมชาติของไส้เดือนฝอยรากปมที่มีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอหรือเป็นหย่อม (aggregated) (Barker and Campbell, 1981) ตลอดจนความตื้นลึกของเมล็ดพันธุ์ในดิน นอกจากนั้นประสิทธิภาพของวิธีการแยกไส้เดือนฝอยจากดินเพื่อการตรวจนับก็ยังไม่แน่นอน โดยอยู่ในช่วงไม่เกิน 35 % (Barker, 1985) ส่งผลให้ปริมาณไส้เดือนฝอยในแปลงที่ตรวจวัดในช่วงก่อนปลูกพืชทดสอบมีความแปรปรวนสูง (เมื่อเทียบกับการใช้ไข่ที่ทราบจำนวนที่แน่นอนกว่าทดสอบในกระถาง)

ผลการศึกษาครั้งนี้อาจยังไม่สามารถสรุปได้ว่าถั่วเขียวเป็นพืชที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ประเมินความหนาแน่นของไส้เดือนฝอยรากปมในระดับไร่นา เนื่องจากข้อมูลยังแปรปรวนมาก ซึ่งควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป แต่ก็พอจะสรุปได้ว่าถั่วเขียวเหมาะสมกว่าพืชอื่นๆที่ได้ทดสอบแล้ว

Table 2 Root galling responses of 5 plant species at 30 days after inoculation with different amounts of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) eggs in the greenhouse.

Plant species	Inoculum level (eggs/plant)	% Root galling [1/]	
		Mean ± S.D.	Min-Max
Garden balsam (*Impatiens balsamina*)	10,000	77.1 ± 8.5	65-95
	9,000	70.6 ± 16.3	42-95
	8,000	55.2 ± 21.6	25-95
	7,000	49.9 ± 14.3	30-85
	6,000	41.0 ± 17.0	18-85
	5,000	31.1 ± 13.1	10-65
	4,000	18.7 ± 6.3	10-32
	3,000	15.9 ± 2.4	13-20
	2,000	14.4 ± 5.1	7-28
	1,000	7.8 ± 2.1	4-13
	500	3.4 ± 0.8	2-5
Mungbean (*Vigna radiata*)	10,000	81.5±11.6	55-95
	9,000	75.5±5.2	65-85
	8,000	63.1±18.8	20-85
	7,000	56.4±15.0	15-80
	6,000	52.5±18.2	15-75
	5,000	65.4±14.8	40-85
	4,000	58.1±19.7	18-85
	3,000	55.2±14.6	20-80
	2,000	23.7±12.4	10-60
	1,000	19.2±9.4	6-50
	500	11.0±3.5	3-18

[1/] Means of 20 plants ; S.D. = standard deviation

Table 2 Root galling responses of 5 plant species at 30 days after inoculation with different amounts of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) eggs in the greenhouse. (Continued).

Plant species	Inoculum level (eggs/plant)	% Root galling [1/]	
		Mean ± S.D.	Min-Max
Okra (*Abelmoschus esculentus*) PJ 005	10,000	91.2±3.9	85-98
	9,000	89.5±6.5	75-99
	8,000	89.8±7.0	75-100
	7,000	79.6±16.6	50-95
	6,000	77.4±16.9	30-93
	5,000	76.2±14.4	30-95
	4,000	63.2±19.3	35-95
	3,000	48.1±14.1	28-82
	2,000	34.4±13.6	15-65
	1,000	8.1±2.8	4-15
	500	5.9±1.6	3-8
Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Sida	10,000	81.7 ± 5.4	73-95
	9,000	80.3 ± 8.5	70-95
	8,000	77.4 ±11.4	50-90
	7,000	73.4 ±14.6	30-85
	6,000	65.4 ± 22.6	30-92
	5,000	69.0 ±13.0	40-90
	4,000	64.8±16.5	35-85
	3,000	37.8±13.0	20-65
	2,000	20.0±6.7	12-35
	1,000	5.6±2.1	3-12
	500	3.8±0.6	3-5

[1/] Means of 20 plants ; S.D. = standard deviation

Table 2 Root galling responses of 5 plant species at 30 days after inoculation with different amounts of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) eggs in the greenhouse. (Continued).

Plant species	Inoculum level (eggs/plant)	% Root galling [1/]	
		Mean ± S.D.	Min-Max
Jute (*Cochurus olitorius*)	10,000	41.2 ± 15.4	20-78
	9,000	18.5±6.6	12-38
	8,000	20.3±10.1	8-45
	7,000	19.5±6.7	10-40
	6,000	12.6±6.2	4-28
	5,000	11.6±5.4	4-25
	4,000	8.6±3.1	4-18
	3,000	8.2±3.5	4-18
	2,000	5.1±2.4	3-12
	1,000	3.8±1.5	2-9
	500	2.6±0.6	2-4

[1/]Means of 20 plants ; S.D. = standard deviation

Table 3 Correlation coefficients for root galling percentages of test plants (at 30 days after inoculation of nematode) and initial densities of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) eggs in the greenhouse experiment.

Test Plant	Correlation coefficient (r)
Garden balsam (*Impatiens balsamina*)	0.986**
Mungbean (*Vigna radiata*)	0.897**
Okra (*Abelmoschus esculentus*) var. PJ 005	0.939**
Tomato (*Lycopersicon esculentum*) var. Sida	0.927**
Jute (*Cochurus olitorius*)	0.891**

** Statistical significance at $P < 0.01$.

Table 4 Correlation coefficients for root galling percentages of mungbean (at 30 days after seeding) and preplanting densities of root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) (juveniles/300 ml soil) in microplot experiment.

Previous plant grown	Mungbean seeding rate	Correlation coefficient (r)
Mungbean (*Vigna radiata*)	Low[1/]	0.469*
	High	0.066
Garden balsam (*Impatiens balsamina*)	Low	0.592*
	High	0.412*

[1/] Low = 16 kg/rai, High = 32 kg/rai;
* = statistical significance at $P < 0.05$.

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษา ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ร่วมสนับสนุนทุนการทำวิจัยครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น จอกลอย ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติ

เอกสารอ้างอิง

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และ สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2534. อิทธิพลของไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne incognita* ต่อการสร้างปมและผลผลิตถั่วเหลือง. วารสารโรคพืช 11: 32-51.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน และ สมชาย สุขะกุล. 2527. มาตรฐานการจัดการโรครากปมที่เกิดจากไส้เดือนฝอยของพืชผัก. วารสารโรคพืช 4: 22-27.

Barker, K.R. 1985. Nematode extraction and bioassays. P. 19-35 In: K.R.Barker, C.C.Carter, J.N.Sasser (eds.). An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. II, methodology. North Carolina State University and U.S. AID, North Carolina, U.S.A.

Barker, K.R. and Campbell, C.L. 1981. Sampling nematode populayions. P. 451-474 In: B.M.Zuckerman and R.A.Rhode (eds.). Plant parasitic nematodes, Vol. III. Academic Press, NY.

Barker, K.R. and Imbriani, J.L. 1984. Nematode advisory program: status and prospects. Plant Disease 68: 735-741.

Barker, K.R. and Nusbaum, C.J. 1971. Diagnostic and advisory program. P. 281-301 In: B.M.Zuckerman, W.F.Mai, and R.A.Rhode (eds.). Plant parasitic nematodes, Vol. I. Academic Press, NY.

Hirunsalee, A., K.R. Barker, and M.K. Beute. 1995. Effects of peanut-tobacco rotations on population dynamics of *Meloidogyne arenaria* in mixed race populations. J. Nematology 27: 178-188.

Taylor, A.L. and Sasser, J.N. 1978. Biology, identification and control of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). North Carolina State University and U.S. AID, North Carolina, U.S.A.