

การสำรวจไส้เดือนฝอยศัตรูพืชในดินปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน และความสัมพันธ์ของไส้เดือนฝอยกับลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน

A survey of plant-parasitic nematodes in oil palm seedling planting soil and their relationships with some soil physicochemical characteristics

ธัญชนก ไชยรินทร์^{1*} และ วสันต์ เพชรรัตน์¹

Thanunchanok Chairin^{1*} and Vasun Petcharat¹

บทคัดย่อ: ไส้เดือนฝอยเป็นศัตรูพืชชนิดหนึ่งที่สำคัญ สามารถแพร่กระจายได้โดยปะปนอยู่ในดินที่ใช้ปลูกกล้าพืช การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจชนิดและปริมาณไส้เดือนฝอยปรสิตพืชในดินปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน การวิเคราะห์ความหลากหลายของไส้เดือนฝอยในแต่ละพื้นที่ และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยปรสิตพืชกับลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างดินในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และสงขลา ในช่วงปี 2557 พบไส้เดือนฝอยปรสิตพืชร้อยละ 30 จากไส้เดือนฝอยที่พบทั้งหมด และแบ่งเป็น 6 สกุล ได้แก่ *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* และ *Tylenchus* ซึ่งไส้เดือนฝอยที่พบปริมาณมากที่สุด ได้แก่ ไส้เดือนฝอยในสกุล *Tylenchus* (19.45 %) รองลงมาได้แก่ *Tylenchorhynchus* (12.38 %) ซึ่งทั้งสามจังหวัดมีดัชนีความหลากหลายของชนิดไส้เดือนฝอยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าดินตัวอย่างที่เก็บได้จากจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความสม่ำเสมอของชนิดไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าอีกสองจังหวัด จากการวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน พบว่าค่า pH ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน ลักษณะดินแบบทรายแป้ง และแบบดินเหนียว มีความสัมพันธ์ไปในเชิงลบกับจำนวนไส้เดือนฝอยปรสิตพืช ตรงข้ามกับปัจจัยอื่นในการศึกษา ซึ่งมีผลความสัมพันธ์ไปในเชิงบวก

คำสำคัญ: ไส้เดือนฝอยปรสิตพืช, ความหลากหลาย, ลักษณะทางเคมีกายภาพ, ดินปลูกกล้าปาล์มน้ำมัน, ความสัมพันธ์

ABSTRACT: Plant-parasitic nematode is one of the important pests of plant. Seedling planting soil contaminated with plant-parasitic nematodes could distribute and cause serious problem to new area. The objective of this research was to survey of plant-parasitic nematode population in oil palm seedling planting soil, evaluation of the nematode diversity in soil samples and the correlation between plant-parasitic nematode and some soil physicochemical are included. The research was done in Krabi, Suratthani and Songkhla provinces during 2014. The identification indicated that about 30 % of nematode population found in all soil samples were plant-parasitic nematodes and belong to six genera as follow; *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* and *Tylenchus*. Among these, *Tylenchus* was dominant genus (19.45 %) followed by *Tylenchorhynchus* (12.38 %). The diversity of plant-parasitic nematodes in each province was not significantly difference. However, soil sample from Suratthani showed high evenness index significantly to other province. The physicochemical properties analysis included that pH, nitrogen, phosphorus, organic carbon, organic matter, particle size (% of sand, silt and clay) and soil texture. The relationship between physicochemical and population of plant-parasitic nematodes showed negative correlation for pH, phosphorus, silt and clay but, the other were positive results.

Keywords: plant-parasitic nematode, diversity, physicochemical, oil palm seedling planting soil, correlation

¹ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University

* Corresponding author: thanunchanok.c@psu.ac.th

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีความสำคัญ ถือเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการให้น้ำมันมากกว่าพืชน้ำมันอื่นๆ อาทิ ถั่วเหลือง ทานตะวัน และมะพร้าว โดยเมื่อผ่านการสกัดเป็นน้ำมันปาล์มแล้ว จะเป็นน้ำมันที่มีประโยชน์มากมาย เช่น นำมาประกอบอาหาร และใช้เป็นวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยภาคใต้ของประเทศไทยเป็นบริเวณที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน โดยข้อมูลจากศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 4.84 ล้านไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 2.92 ตัน/ไร่ โดย 87.83 % ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดอยู่ในภาคใต้

ไส้เดือนฝอยเป็นศัตรูที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืชโรคของปาล์มน้ำมันที่เกิดจากไส้เดือนฝอย เช่น โรค red ring เกิดจากไส้เดือนฝอย *Bursaphelenchus cocophilus* โดยเกิดกับปาล์มที่ต้นยังเล็กอยู่ อาการคือ ลำต้นจะมีสีสีแดงน้ำตาล (Brammer and Crow, 2002) และโรคผลร่วง (bunch failure) เกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอย *Radinaphelenchus cocophilus* ก็เป็นสาเหตุหนึ่ง อาการของโรคคือ ผิวของปาล์มน้ำมันจะมีลักษณะด้านกว่าผลปกติ และผลจะร่วงจากทะลาย (กรมวิชาการเกษตร, 2551) นอกจากนี้ไส้เดือนฝอยบางชนิดสามารถเป็นพาหะของโรคไวรัส เชื้อรา และแบคทีเรียอีกด้วย (Riedel, 1988) ซึ่งไส้เดือนฝอยสามารถแพร่กระจายโดยติดไปกับส่วนขยายพันธุ์ของพืช อุปกรณ์การเกษตร และติดไปกับดิน

การวิจัยครั้งนี้ ได้สำรวจชนิดและปริมาณของไส้เดือนฝอยในดินปลูกกล้าปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และสงขลา รวมถึงวิเคราะห์ความหลากหลายของไส้เดือนฝอยในแต่ละพื้นที่ และความสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนฝอยปรสิตพืชกับลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน อันจะนำไปสู่การป้องกันการแพร่กระจายของไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูพืช เนื่องจากการนำกล้าปาล์มที่มีไส้เดือนฝอยอยู่ในดินถูกกล้าอยู่ไปปลูกนั้น จะทำให้เกิดการ

แพร่กระจายและระบาดของไส้เดือนฝอยจากแหล่งหนึ่งไปยังอีกแหล่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะส่งผลต่อต้านปาล์มน้ำมันและต้นพืชบริเวณใกล้เคียง และสร้างความเสียหายรุนแรงกับพืชเพิ่มขึ้นได้ หากในบริเวณพื้นที่นั้นมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของไส้เดือนฝอย

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่างดินจากกล้าปาล์มน้ำมัน และการแยกไส้เดือนฝอยจากดิน

เก็บตัวอย่างดินภายในถุงปลูกกล้าต้นปาล์มน้ำมันจากแปลงของเกษตรกรในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และสงขลา โดยเก็บตัวอย่างแบบสุ่ม และเก็บตัวอย่างดินไว้ที่อุณหภูมิต่ำเพื่อลดการเพิ่มจำนวนไส้เดือนฝอย ก่อนที่จะแยกไส้เดือนฝอยจากดิน โดยการใช้ตะแกรงละเอียด (sieve) ประยุกต์จากวิธี Cobb's sieving and gravity method (Cobb, 1918)

การนับจำนวนและการบ่งชนิดไส้เดือนฝอย

นำตัวอย่างน้ำที่ได้จากการแยกไส้เดือนฝอยใส่ปิเกตอร์แล้วปรับปริมาตรน้ำให้ได้ 100 มล. คนให้ไส้เดือนฝอยลอยกระจายอยู่ในน้ำ จากนั้นใช้ปิเปตดูดน้ำตัวอย่างที่มีไส้เดือนฝอย 10 มล. ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ซม. จากนั้นนับจำนวนไส้เดือนฝอยใต้กล้องสเตอริโอ เมื่อนับเสร็จ เทน้ำตัวอย่าง 10 มล. กลับคืนในปิเกตอร์เดิม จากนั้นทำซ้ำวิธีการข้างต้น รวมตัวอย่างละ 3 ครั้ง แล้วคำนวณค่าเฉลี่ย จากนั้นระบุชนิดไส้เดือนฝอยในระดับสกุล (genus) โดยการสุ่ม 100 ตัว ตามลักษณะทางสัญญาณวิทยาเทียบกับ Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes (Mai and Lyon, 1960) และ Interactive diagnostic keys to plant parasitic, free living and predaceous nematodes (Tarjan et al., 1977) เก็บรักษาตัวอย่างไส้เดือนฝอยในน้ำยารักษาสภาพในน้ำยา T.A.F (Triethanolamine : Formalin : distilled water, 2: 7: 91) และทำสไลด์ถาวร (Ryss, 2002)

การศึกษาความหลากหลายของไส้เดือนฝอยศัตรูพืช

จำนวนไส้เดือนฝอยที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยต่อดิน 200 กรัม แยกตามพื้นที่การเก็บตัวอย่าง และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) จัดจำแนกความแตกต่างของค่าเฉลี่ยออกเป็นกลุ่มโดย Duncan's multiple range test และวิเคราะห์ความหลากหลาย (diversity) ของไส้เดือนฝอยปรสิตพืชในแต่ละพื้นที่โดยใช้ดัชนีการกระจายตัวแซนนอนไวเนอร์ (Shannon-Wiener index, H') พร้อมทั้งวิเคราะห์ค่าความสม่ำเสมอของข้อมูล (evenness index, J')

ลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน

ศึกษาลักษณะเนื้อดิน (texture) ประกอบด้วยดินทราย (sand) ดินทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ค่า pH ปริมาณแร่ธาตุในดิน เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) อินทรีย์คาร์บอน (organic carbon, O.C.) และค่าอินทรีย์วัตถุ (organic matter, O.M.)

วิเคราะห์โดยศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (Central Analytical Center, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University) พร้อมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (correlation analysis) ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยปรสิตพืช

ผลการศึกษา

ลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน

ดินในถูงกล้าปาล์มจากพื้นที่ที่ศึกษา มีลักษณะทางเคมีกายภาพดังแสดงใน Table 1 โดยดินจะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.3-6.3 มีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าอินทรีย์วัตถุในดิน และขนาดอนุภาคของดิน พบว่าแตกต่างกันเล็กน้อย โดยดินที่ได้จากถูงกล้าปาล์มจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอินทรีย์วัตถุ อินทรีย์คาร์บอน และอนุภาคแบบดินเหนียวมากกว่าดินจากจังหวัดกระบี่และสงขลา

Table 1 Physiochemical properties of soil sample from different areas .

Area	pH	Mineral*				Particle size (%)*		
		P (mg/kg)	N (%)	O.M. (%)	O.C. (%)	Sand	Silt	Clay
Krabi	5.95	654.62	0.05	0.87 b	0.50 b	44.42 b	17.11	38.47 ab
Songkhla	6.27	370.50	0.05	1.26 b	0.73 b	60.45 a	14.82	24.73 b
Suratthani	5.31	562.56	0.07	3.00 a	1.74 a	44.09 b	9.64	46.29 a
$P < 0.05$	n.s.	n.s.	n.s.	0.036	0.036	0.024	n.s.	0.010

* means in the column followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple test

n.s. refer to not significant

การสำรวจปริมาณไส้เดือนฝอย

จากการสำรวจดินในถูงกล้าปาล์มน้ำมัน พบว่า 70 % ของไส้เดือนฝอยที่พบทั้งหมดเป็นไส้เดือนฝอยหากินอิสระ (free-living nematodes) และ 30 % เป็นไส้เดือนฝอยปรสิตพืช ซึ่งพบทั้งหมด 6 สกุล ได้แก่ *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tri-chodorus*, *Tylenchorhynchus* และ *Tylenchus* โดย

ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นไส้เดือนฝอยในสกุล *Tylenchus* (19.45 %) รองลงมาได้แก่ *Tylenchorhynchus* (12.38 %) โดยจะพบไส้เดือนฝอยจำนวนมากในดินประเภทดินร่วนปนทราย รองลงมาได้แก่ดินเหนียวปนทราย ส่วนในดินที่พบว่ามีปริมาณไส้เดือนฝอยอยู่น้อยที่สุดได้แก่ ดินเหนียว (Table 2)

Table 2 Total nematodes, free-living and plant-parasitic nematodes populations and soil texture of different areas .

Area ^{1/}		Nematodes								
		Total / 200 g	Free-living	Plant-parasitic	percentage of each genus ^{2/}					
					Soil texture	of soil	(%)	(%)	1	2
K 1	clay	190	85	15	0	0	15	0	0	0
K 2	clay loam	422	80	20	3	10	7	0	0	0
K 3	sandy clay	480	55	45	0	20	25	0	0	0
K 4	clay	350	88	12	0	0	12	0	0	0
K 5	sandy clay loam	487	65	32	0	17	12	3	0	0
So 1	sandy loam	1,680	56	44	0	21	8	0	15	0
So 2	sandy clay loam	890	88	12	0	7	5	0	0	0
So 3	sandy clay loam	560	70	30	0	15	12	3	0	0
So 4	sandy clay loam	1,100	62	38	0	35	0	0	0	3
SR 1	sandy clay loam	383	70	30	0	26	0	0	0	0
SR 2	clay	443	78	22	0	20	2	0	0	0
SR 3	sandy clay	623	52	48	0	30	18	0	0	0
SR 4	sandy clay	410	80	20	0	0	20	0	0	0
SR 5	clay	215	83	17	0	0	15	2	0	0
SR 6	sandy clay	897	66	34	0	13	10	0	0	11

^{1/} K = Krabi province from 1-5 sample areas, So = Songkhla province from 1-4 sample areas and SR= Suratthani province from 1-6 sample areas

^{2/} Percentages of the plant-parasitic nematodes in six genus found in this study, 1 = *Trichodorus*, 2 = *Tylenchus*, 3 = *Tylenchorhynchus*, 4 = *Helicotylenchus*, 5 = *Ditylenchus* and 6 = *Aphelenchus*

ความหลากหลายของไส้เดือนฝอย

การวิเคราะห์ความหลากหลายโดยใช้ดัชนีการกระจายตัวแซนนอนไวเนอร์ พบว่าไส้เดือนฝอยปรสิตพืชในทุ่งกล้าปาล์มน้ำมันจากทั้งสามจังหวัด มีความหลากหลายไม่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ แต่ดินตัวอย่างจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าความสม่ำเสมอของชนิดไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าอีกสองจังหวัด (Table 3) ดินที่มีความหลากหลายของไส้เดือนฝอยไม่

แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเพราะลักษณะดินในแต่ละพื้นที่ มีลักษณะเนื้อดินและลักษณะทางเคมีกายภาพที่ใกล้เคียงกัน จากการศึกษาของ Mclean and Lawrence (2000) รายงานว่า 36 % ของดินทั้งหมดที่เขาศึกษา จะพบไส้เดือนฝอยปรสิตพืชเพียงแค่สกุลเดียว ส่วนอีก 66 % พบไส้เดือนฝอยสองสกุล เนื่องจากดินที่ศึกษามีลักษณะเนื้อดินและมีการเขตรกรรมที่คล้ายคลึงกัน

Table 3 Diversity of plant-parasitic nematodes communities in the different province.

Province	Diversity parameters	
	Shannon diversity index (H')	Evenness (J')*
Krabi	0.67	0.48 b
Suratthani	0.88	0.63 a
Songkhla	0.88	0.49 b
$P < 0.05$	n.s.	2.76×10^{-6}

* means in the same column followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple test

n.s. refer to not significant

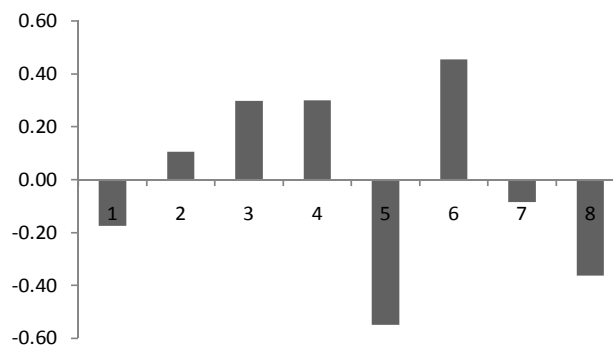


Figure 1 Relationships between plant-parasitic nematodes and soil physico-chemical properties after correlation analysis. Where 1= pH, 2 = total nitrogen, 3 = organic matter, 4 = organic carbon, 5 = total phosphorus, 6 = %sand , 7 = %silt and 8 = %clay.

ความสัมพันธ์ระหว่างไส้เดือนฝอยศัตรูพืชและลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน

ปริมาณของไส้เดือนฝอยปรสิตพืชมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบ (negative correlation) กับจำนวนไส้เดือนฝอยปรสิตพืช ได้แก่ pH ธาตุฟอสฟอรัสในดิน ดินทรายแป้ง และดินเหนียว นั่นคือหากเพิ่มปัจจัยดังกล่าวขึ้นจะทำให้ปริมาณไส้เดือนฝอยลดลงเป็นความสัมพันธ์แบบแปลผกผันซึ่งกันและกัน ซึ่งจะตรงข้ามกับความสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation) โดยความสูงของกราฟแท่งทั้งไปในทางบวกและลบ จะหมายถึงดัชนีความสัมพันธ์ (degree of correlation) ถ้ามีค่ามาก ปัจจัยทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันมาก (Figure 2)

ปริมาณแร่ธาตุและอินทรีย์วัตถุในดินนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้ว ยังมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ต่างๆ ในดิน รวมถึงไส้เดือนฝอยด้วย เช่น ในดินที่มีไนโตรเจนสูงมีผลไปลดความหลากหลายและจำนวนไส้เดือนฝอยในดิน เนื่องจากไนโตรเจนทำให้ดินมีค่าเป็นกรดเพิ่มขึ้น (Wei et al., 2012) และการศึกษาของ Chen (2012) พบว่าปริมาณไส้เดือนฝอยจะลดลงเมื่อในดินมีแร่ธาตุฟอสฟอรัส หรือการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มมากขึ้น ส่วนลักษณะเนื้อดินก็มีผลโดยตรงต่อประชากรไส้เดือนฝอย โดยดินที่มีความหยาบมาก คือเป็นดินประเภทดินทราย และดินร่วน จะพบความหลากหลายของไส้เดือนฝอยมากกว่าดินเหนียว และดินทรายแป้ง และลักษณะเนื้อดินยังเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำในดิน (water capacity) ที่ส่ง

ผลต่อการเคลื่อนที่ของไส้เดือนฝอยภายในดินด้วย (Moore and Lawrence, 2013)

สรุป

ในการสำรวจชนิดและปริมาณของไส้เดือนฝอยในดินปลูกกล้าต้นปาล์มน้ำมัน จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในถุงกล้าปาล์มในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และสงขลา พบไส้เดือนฝอยที่เป็นปรสิตพืชเพียงร้อยละ 30 โดยพบไส้เดือนฝอย 6 สกุล ได้แก่ ได้แก่ *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Trichodorus*, *Tylenchorhynchus* และ *Tylenchus* ซึ่งร้อยละ 19.45 เป็นไส้เดือนฝอยในสกุล *Tylenchus* รองลงมาได้แก่ *Tylenchorhynchus* (ร้อยละ 12.38) ซึ่งทั้งสามจังหวัดมีความหลากหลายของชนิดไส้เดือนฝอยไม่แตกต่างกันทางสถิติ เพียงแต่พบว่า ดินตัวอย่างที่เก็บได้จากจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าความสม่ำเสมอของชนิดไส้เดือนฝอยในดินมากกว่าอีกสองจังหวัด โดยลักษณะทางเคมีกายภาพของดิน ปริมาณแร่ธาตุ และอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณและความหลากหลายของไส้เดือนฝอยปรสิตพืชในดิน

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนทั้งหมดจากสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. ระบบข้อมูลทางวิชาการ ปาล์มน้ำมัน. <http://it.doa.go.th/vichakan>. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2556.

- Brammer, A.S., and W.T. Crow. 2002. Red ring nematode, *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) Baujard (Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Aphelenchina: Aphelenchoidea: Bursaphelenchina) formerly *Rhadinaphelenchus cocophilus*. <http://edis.ifas.ufl.edu/in392>. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2556.
- Chen, X. 2012. Nematode response to nitrogen and phosphorus in grasslands, assessed by microscopy and molecular methods. Ph.D. thesis. National University of Ireland. Ireland.
- Cobb, N. A. 1918. Estimating the nematode population of soil. Agricultural Technical Circular 1. Bureau of Plant Industry. United States Department of Agriculture. 48 pp.
- Mai, W.F., and H.H. Lyon. 1960. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. 4th Edition. Vail-Ballou Press, Inc. USA.
- McClean, K.S., and G.W. Lawrence. 2000. A survey of plant-parasitic nematodes associated with cotton in Northeastern Louisiana. J. Nematology. 3: 508-512.
- Moore, S.R., and K.S. Lawrence. 2013. The effect of soil texture and irrigation on *Rotylenchulus reniformis* and cotton. J. Nematology. 45: 99-105.
- Riedel, R.M. 1988. Interactions of plant-parasitic nematodes with soil-borne plant pathogens. Agric. Eco-syst. Environ. 24: 281-292.
- Ryss, A.Y. 2002. Express technique to prepare permanent collection slides of nematodes. Zoosyst. Rossica. 11: 257-260.
- Tarjan, A.C., R.P. Esser, and S.L. Chang. 1977. An identification key for nematodes found in fresh, brackish, or salt water is presented. The key was designed to present brief, relatively simple choices and to provide the user with specific nematode morphology. Res. J. Water Pollut. C. 49: 2318-2337.
- Wei, C., H. Zheng, Q. Li, X. Lu, Q. Yu, H. Zhang, Q. Chen, N. He, P. Kardol, W. Liang, and X. Han. 2012. Nitrogen addition regulates soil nematode community composition through ammonium suppression. PLOS One. 7: 1-9.