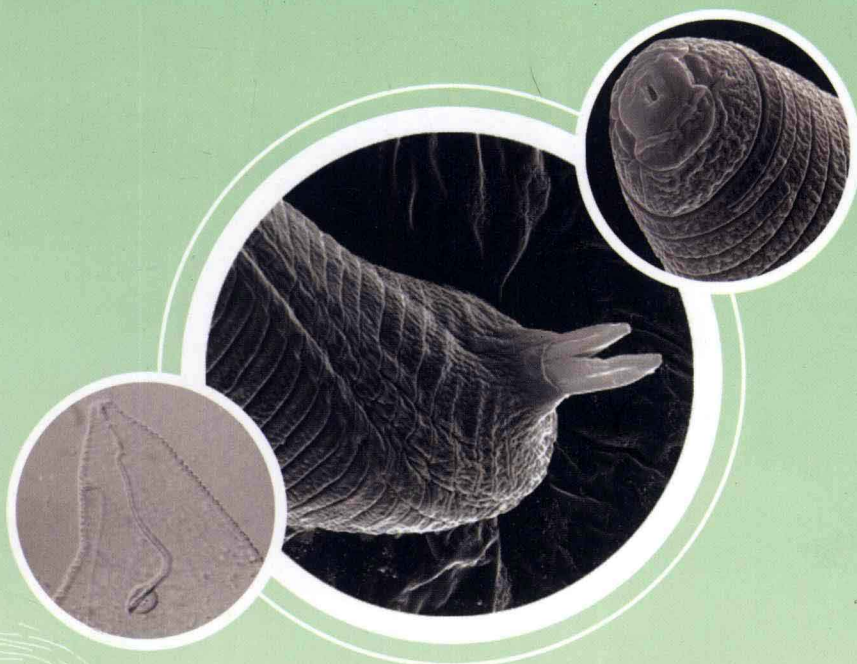


中国线虫学研究

(第四卷)

Nematology Research in China Vol.4

廖金铃 彭德良 段玉玺 简 恒 李红梅 主编



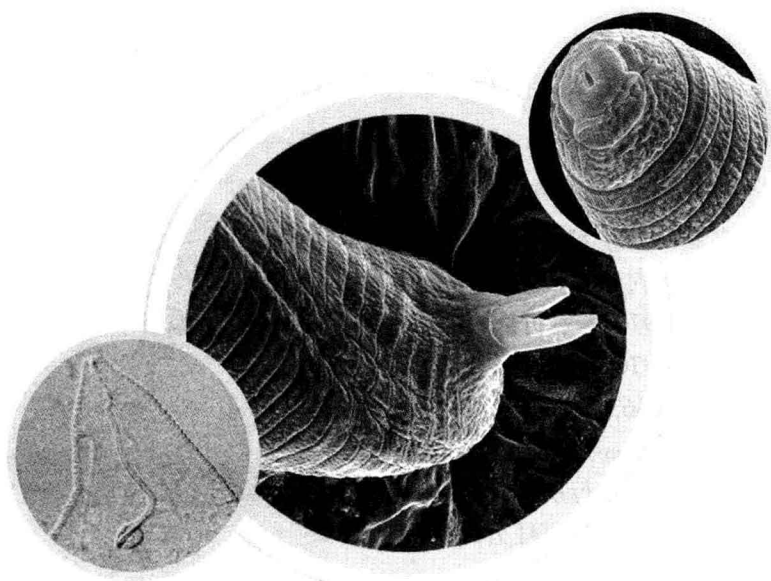
中国农业科学技术出版社

中国线虫学研究

(第四卷)

Nematology Research in China Vol.4

廖金铃 彭德良 段玉玺 简 恒 李红梅 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国线虫学研究. 第4卷 / 廖金铃, 彭德良, 段玉玺, 简恒, 李红梅主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5116-0982-3

I. ①中… II. ①廖…②彭…③段…④简…⑤李… III. ①线虫动物-研究-中国-文集 IV. ①Q959.17-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 148781 号

责任编辑 徐 毅

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109704 (发行部) (010) 82106631 (编辑室)

(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106631

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 19.75

字 数 550 千字

版 次 2012 年 7 月第一版 2012 年 7 月第一次印刷

定 价 60.00 元

《中国线虫学研究(第四卷)》

编委会

主 编：廖金铃 彭德良 段玉玺 简 恒 李红梅

副主编：文艳华 陈书龙 陈绵才 谢丙炎 谢 辉 李一农
胡先奇 刘 勇

编 委（按姓氏笔画排序）：

丁 中	于佰双	王 暄	文艳华	刘志明	刘杏忠
刘 勇	李一农	李红梅	李洪连	肖炎农	汪来发
张绍升	陈书龙	陈绵才	武 侠	卓 侃	郑经武
赵洪海	胡先奇	段玉玺	洪叔春	高丙利	黄文坤
彭云良	彭德良	葛建军	韩日畴	谢丙炎	谢 辉
简 恒	廖金铃				

前 言

近年来，在线虫工作者的共同努力下，我国植物线虫学研究队伍建设和研究水平均取得较大进步。植物线虫研究正日益受到我国相关农业领域专家及管理部门领导的高度关注，有些研究成果引起国际同行的关注。特别是近年来我国线虫专家获得农业部资助，先后构建了全国性的蔬菜根结线虫和作物孢囊线虫研究技术平台，对解决我国蔬菜根结线虫和重要作物孢囊线虫问题，发展我国植物线虫学科具有重要意义。

《中国线虫学研究（第四卷）》共收集了103篇研究论文、综述和研究简报，内容涉及植物线虫的发生与分布、形态学和分类鉴定、植物线虫生物学、检疫性线虫与线虫检疫技术、植物线虫的分子生物学、分子检测、线虫病害的防治技术等线虫学研究的各个主要方面。反映了近年来我国植物线虫学工作者在相关领域的基础理论、应用基础以及病害综合治理方面的最新研究成果。

本书出版得到国家公益性行业科研专项经费项目“作物孢囊线虫病控制技术研究与示范”（200903040）、“蔬菜产区根结线虫综合防控技术与示范”（201103018）的资助。同时，得到了南京农业大学、华南农业大学、中国农业科学院植物保护研究所植物病虫害生物学国家重点实验室、中国农业大学、沈阳农业大学、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、深圳出入境检验检疫局技术中心、河北农林科学院植物保护研究所、海南省农业科学院农业环境与植物保护研究所、云南农业大学、湖南省农业科学院植物保护研究所等单位的资助与支持，中国农业科学技术出版社对本书的出版给予了大力帮助。在此，我们表示衷心的感谢！

在编辑文稿时，本着文责自负及论文规范性要求进行收录整理，对个别文句进行了修改。由于时间仓促，错误和不足之处难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012年7月

目 录

研究论文

小麦孢囊线虫江苏省沛县群体的生活史调查	刘炳良等 (1)
爪哇根结线虫新基因 <i>Mj-F</i> 的克隆及其 RNAi 分析	林柏荣等 (7)
小麦禾谷孢囊线虫病的防治技术研究	张洁等 (12)
2012 年临沂市及周边地区小麦孢囊线虫调查初报	赵洪海等 (16)
河南省禾谷孢囊线虫的分子检测	刘佳等 (21)
河南省两种孢囊线虫生活史的初步研究	阎海涛等 (25)
福建省漳州地区香蕉寄生线虫的初步调查与鉴定	周峡等 (29)
根结线虫分子鉴定检索表的编制	姚茹瑜等 (34)
广东蔬菜根际 2 种垫刃亚科线虫记述	公义等 (41)
广州地区豆角根际的两种矮化线虫	陈英等 (47)
花生种荚内寄生线虫的种类鉴定	章淑玲等 (53)
茉莉酸诱导的与番茄根结线虫病相关的小 RNA 分析	陈华等 (59)
热处理对栽培基质中香蕉穿孔线虫的灭除效果测定	吴文佳等 (65)
省外调运入福建的花卉根部线虫种类鉴定	段艳等 (69)
水杨酸对三种砧木抗南方根结线虫的影响	郭东岳等 (74)
温度对水稻干尖线虫在链格孢菌上培养繁殖的影响	裴艳艳等 (80)
洋艾亚粒线虫的初步鉴定	姚茹瑜等 (86)
中育 6 号小麦品种对禾谷孢囊线虫抗性遗传分析	宗莹莹等 (92)
2 种介质中番茄根结线虫混合种群结构及发生特点	刘国坤等 (97)
Sr18 菌小分子活性组分对松材线虫保护酶的影响	王博等 (102)
巴氏新小绥螨对相似穿孔线虫的捕食作用及其在植物上的分布	周万琴等 (107)
渤海湾天津水域丝状真菌杀线虫活性分析	孟凡欢等 (112)
不同小麦品种对禾谷孢囊线虫的抗性鉴定	高德良等 (117)
菜籽饼乙醇抽提物对植物线虫的毒杀活性研究	李丽丽等 (122)
淡紫拟青霉对南方根结线虫的侵染作用研究	王曦茁等 (128)
淡紫拟青霉杀线虫菌株的分离	李本祥等 (135)
福建省花生根部寄生线虫初步调查	李世通等 (141)
Two Species in the Genus <i>Hemicriconemoides</i> from Turfgrasses in the Carolinas, USA	ZENG Yong-san 等 (145)

香蕉穿孔线虫与农产品出口贸易的争端	李一农等 (152)
大兴区甘薯茎线虫病为害规律及防治措施初探	孙璐等 (155)

摘要、研究简报

我国天津发现小麦禾谷孢囊线虫	彭德良等 (162)
新疆和西藏发现禾谷孢囊线虫	李惠霞等 (164)
Analysis of Death-related Proteins of Soluble Proteins from Esophageal Gland Cells of Female <i>Meloidogyne incognita</i>	WU Han-rong 等 (166)
SCN 不同生理小种的鉴定及致病性的初步研究	宋鹏等 (167)
Snef5 杀线虫谱测定及对植物安全性评价	赵迪等 (168)
安徽省南方根结线虫的种群鉴定	姚洁等 (169)
孢囊线虫两个新记录种的记述	王东等 (171)
不同小麦品种 (系) 对禾谷孢囊线虫的抗病性	李秀花等 (172)
茶枯饼和菜籽饼对植物线虫的毒杀活性研究	李丽丽等 (174)
穿刺巴斯德菌发育方式研究	卜祥霞等 (176)
一种寄生禾谷孢囊线虫孢囊的真菌的初步分子鉴定	陈昌龙等 (177)
传毒短颈剑线虫的记述	廖力等 (178)
云南冬早番茄根结线虫病防治指标的研究	刘永涛等 (179)
广西甘蔗线虫病发生情况调查	刘志明等 (180)
象耳豆根结线虫 <i>Me-cdc48</i> 基因的克隆分析	马晓静等 (181)
南方八角根围土壤真菌多样性及对根结线虫活性的筛选研究	陆然等 (182)
禾谷孢囊线虫在不同土质中的侵染力以及种群动态	李秀花等 (184)
化学杀虫剂对昆虫病原线虫侵染韭菜迟眼蕈蚊能力的影响	马娟等 (186)
基于核糖体 ITS 区和 28S-rRNA D2/D3 区的短体线虫系统发育	王金成等 (188)
几种外源激素对番茄抗象耳豆根结线虫作用的研究	吴迪等 (190)
南方根结线虫初始接种密度对茄子和芹菜生长的影响	李硕等 (191)
莲潜根线虫与莲腐败病菌复合侵染白莲的研究	孙晓棠等 (192)
利用电处理技术治理西瓜根结线虫效果初报	刘崇俊等 (193)
辽宁省短体科线虫的种类鉴定及寄主范围研究	刘柠等 (195)
甘肃省部分地区保护地蔬菜根结线虫病病原鉴定	柳永娥等 (197)
马铃薯腐烂茎线虫一个热激蛋白 70 全长 cDNA 的克隆与序列分析	罗杰等 (199)
Functional Analysis of MiMIF of <i>Meloidogyne incognita</i>	LI Li-juan 等 (200)
南方根结线虫接种密度对番茄生长的影响	耿亚玲等 (202)
根结线虫 DNA 条形码适用性及其系统发育分析	林宇等 (204)

一株食线虫真菌的分离鉴定及其寄生性的初步研究	王婷婷等 (206)
山西省小麦孢囊线虫的发生分布及其 rDNA-ITS-RFLP 的特征分析	刘坤等 (208)
商丘地区设施栽培番茄寄生线虫鉴定	洪权春等 (209)
肾形拟毛刺线虫在中国大陆的首次报道	李戌清等 (211)
水稻干尖线虫的快速检测	田红玉等 (212)
四种植物源材料提取物对大豆孢囊线虫的作用	HASSAN M. A. 等 (213)
土壤生物熏蒸结合红灰链霉菌对南方根结线虫的田间防效评价	王学艳等 (214)
小麦根瘿线虫病防治药剂筛选	王朋军等 (215)
松材线虫病与线虫所携带细菌的相关性分析	赵海娟等 (216)
西班牙根结线虫的为害与种类鉴定初报	符美英等 (218)
小麦孢囊线虫滞育相关蛋白研究结果初报	徐双玉等 (219)
象耳豆根结线虫与几种主要根结线虫的复合侵染	吴迪等 (221)
萧县禾谷类孢囊线虫发生与分布	张胜等 (222)
云南水稻根结线虫的初步鉴定	闫春丽等 (224)
蔬菜种质资源的抗性测定及南方根结线虫群体的毒性分化	王晓玮等 (225)
运用纳米磁珠技术结合 real-time PCR 检测两种检疫性短体线虫	江丽辉等 (226)
北京地区小麦禾谷孢囊线虫病发生动态调查	苏致衡等 (227)
发根农杆菌诱导大豆毛状根发根体系的优化和完善	郝瑞等 (228)
禾谷孢囊线虫 (<i>Heterodera avenae</i>) SCAR 标记快速分子检测技术研究	元晓莉等 (229)
禾谷孢囊线虫 (<i>Heterodera avenae</i>) 线粒体 COI 基因的克隆与序列分析	徐小琴等 (230)
禾谷孢囊线虫致死基因的筛选与功能分析	乔芬等 (231)
马铃薯腐烂茎线虫钙网织蛋白的同源克隆及序列分析	王高峰等 (232)
马铃薯腐烂茎线虫类毒液过敏原蛋白基因 (<i>Dd-vap-1</i>) 的克隆与表达定位分析	周采文等 (233)
马铃薯腐烂茎线虫溶菌酶基因 (<i>Dd-lys-1</i>) 克隆与序列分析	彭焕等 (234)
基于 ITS 的象耳豆根结线虫 LAMP 快速检测技术研究	何旭峰等 (235)
昆虫病原线虫对黄曲条跳甲 (<i>Phyllotreta striolata</i>) 的田间防效研究	颜珣等 (236)
昆虫病原线虫与其共生细菌的共生关系研究	丘雪红等 (238)
植物提取物对植物寄生线虫的杀线效果	王龙平等 (240)
中国针叶树及观赏植物根围 6 种植物线虫的记述	PHAM T. Hoa 等 (242)
北京地区禾谷孢囊线虫发生规律的初步研究	刘树森等 (243)
象耳豆根结线虫 (<i>Meloidogyne enterolobii</i>) 对作物侵染力测试初报	王会芳等 (244)
开展植物检疫线虫能力验证工作的意义及其技术要素分析	边勇等 (246)
大豆孢囊线虫衰退土壤中抑制性真菌研究	许艳丽等 (247)

湖北小麦禾谷孢囊线虫襄阳群体 (<i>Heterodera avenae</i>) 分子特征及遗传多样性分析	陈萍等 (249)
--	-----------

综 述

南方根结线虫与秀丽小杆线虫 RNAi 效应因子多样性研究进展	鞠玉亮等 (250)
大豆异三聚体 G 蛋白的研究	康文殊等 (255)
放线菌产生的杀线虫抗生素研究进展	陈立杰等 (259)
根瘤菌与线虫的互作关系研究进展	田丰等 (264)
红树林生境线虫研究进展	王宏洪等 (268)
几丁质脱乙酰酶在植物线虫防治中的应用前景	杜海霞等 (275)
松材线虫在马尾松病死木中的分布研究进展	任路路等 (281)
外源物质诱导植物抗线虫的作用和机制	石红利等 (284)
根结线虫巨型细胞的发育研究进展	朱琳峰等 (289)
抗线虫转基因农作物的研究进展	龙海等 (293)

CONTENTS

Study on the Life Cycle of <i>Heterodera avenae</i> on Wheat in Peixian, Jiangsu Province, China	LIU Bing-liang (1)
Cloning and RNA Interference Analysis of a Novel Gene <i>Mj-F</i> from <i>Meloidogyne javanica</i>	LIN Bo-rong (7)
Study on Control Technique against Cereal Cyst Nematode	(12)
The Report on Field Investigation of Cereal Cyst Nematode in Linyi City and Its Surrounding Areas in 2012	ZHAO Hong-hai (16)
Study on the Life Cycle of Two Species of Cereal Cyst Nematode in Henan Province	(25)
Preliminary Investigation of Parasitic Nematode of Banana in Zhangzhou, Fujian	ZHOU Xia (29)
Root-knot Nematode Molecular Identification Key Edition	YAO Ru-yu (34)
Description of Two Species of the Subfamily Tylenchinae from Vegetables in Guangdong	GONG Yi (41)
Two Species of Genus <i>Tylenchorhynchus</i> from <i>Vigna unguiculata</i> in Guangzhou	CHEN Ying (47)
Identification of Plant Parasitic Nematodes on Pods of Peanut	ZHANG Shu-ling (53)
Analysis of Small RNA Induced by Root-knot Nematodes in Tomato	CHEN Hua (59)
Heat-Treatment of Planting Medium for the Elimination of the Burrowing Nematode <i>Radopholus similis</i>	WU Wen-jia (65)
The Species of Parasitic Nematodes of Ornamental Plants Transpoted into Fujian Province	DUAN Yan (69)
Effect of Salicylic Acid to the Resistance of Three Rootstocks on <i>Meloidogyne incognita</i>	GUO Dong-yue (74)
Effects of Temperature on Reproduction of <i>Aphelenchiodes besseyi</i> Isolates in <i>Alternaria alternate</i> Cultures	PEI Yan-yan (80)
Identification of <i>Subanguina moxae</i>	YAO Ru-yu (86)
The Structure of Mixed species and Occurrence Characteristics of <i>Meloidogyne</i> on Tomato in Two Substrates	LIU Guo-kun (97)
Effects of Small Molecular Nematicidal Components Produced by Fungus-Sr18 on Protective Enzymes of <i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	WANG Bo (102)
The Predatory Ability of <i>Neoseiulus barkeri</i> on <i>Radopholus similis</i> and its distribution on Plant	ZHOU Wan-qin (107)
A Preliminary Analysis of Nematicidal Activity of Fungi from Bohai Bay, Tianjin	MENG Fan-huan (112)

Resistance Identification of Wheat Varieties to Cereal Cyst Nematode	GAO De-liang (117)
Studies on the Nematicidal Activities of Rape Seed Cakes against Plant-parasitic Nematodes	LI Li-li (122)
Studies on Infection of <i>Paecilomyces lilacinus</i> on <i>Meloidogyne incognita</i> ...	WANG Xi-zhuo (128)
Isolation of <i>Paecilomyces lilacinus</i> with nematicidal activity	LI Ben-xiang (135)
Preliminary Investigation on Nematodes in Peanut Rhizospheres in Fujian Province	LI Shi-tong (141)
Disputes between <i>Radopholus similis</i> and the Export Trade of Agricultural Products	LI Yi-nong (152)
First Report of Cereal Cyst Nematode (<i>Heterodera avenae</i>) in Tianjin, China	PENG De-liang (162)
The Detection of <i>Heterodera avenae</i> from the Cereal Field in Autonomous Regions of Tibet and Xinjiang	LI Hui-xia (164)
Identification and Parasitism of Soybean Cyst Nematode Races	SONG Peng (167)
Bio-activity Analysis and Safety Evaluation of Snf5	ZHAO Di (168)
Description of Two New Record Species of Cyst-Forming Nematodes (Heteroderinae) from China	WANG Dong (171)
The Resistance of Different Wheat Varieties (lines) to <i>Heterodera avenae</i>	LI Xiu-hua (172)
Studies on the Nematicidal Activities of Tea Cakes and Rape Seed Cakes against Plant-parasitic Nematodes	LI Li-li (174)
Study on the Development of <i>Pasteuria penetrans</i>	BU Xiangxia (176)
A Description of Virus Vector Nematodes <i>Xiphinema brevicollum</i>	LIAO Li (178)
Investigation on Nematodes Diseases of Sugarcane in Guangxi Zhuang Nationality Region	LIU Zhi-ming (180)
Cloning of <i>Me-cdc48</i> from <i>Meloidogyne enterolobii</i>	MA Xiao-jing (181)
Diversity of Soil fungi on Octagonal Rhizosphere and Screening Bio-activity Fungi against <i>Meloidogyne incognita</i>	LU Ran (182)
Effect of Different Soil Texture on Penetration and Population Dynamics of <i>Heterodera avenae</i> of the Wheat	LI Xiu-hua (184)
Impact of Chemical Pesticide on the Infection of Entomopathogenic Nematodes to <i>Bradysia odoriphaga</i>	MA Juan (186)
Phylogenetic Analysis of <i>Pratylenchus</i> (Nematoda: Pratylenchidae) Based on Ribosomal Internal Transcribed Spacers (ITS) and D2/D3 Expansion Segments of 28S rRNA Gene	WANG Jin-cheng (188)
Effect of Exogenous Hormones to the Resistance of Tomato to <i>Meloidogyne enterolobii</i>	WU Di (190)
Effects of the Density of <i>Meloidogyne incognita</i> on the Growth of Celery and Eggplant	LI Shuo (191)

Mixed Infection Caused by <i>Hirschmanniella</i> and Pathogenic <i>Fusarium</i> on Lotus	SUN Xiao-tang (192)
Species Identification and Hosts Range of Pratylenchidae in Liaoning Province	LIU Ning (195)
Identification of Root-knot Nematode in Vegetables under Structure in Gansu Province	LIU yong-e (197)
Cloning and Sequencing Analysis of a Heat Shock Protein 70 Gene from <i>Ditylenchus destructor</i>	LUO Jie (199)
Effect of Initial Population Densities of <i>Meloidogyne incognita</i> to the Growth of Tomato	GENG Ya-ling (202)
DNA Barcoding and Molecular Phylogeny of Root-knot Nematodes	LIN Yu (204)
Preliminary Study on a Nematophagous Fungus Isolated from <i>Bursaphelenchus</i> spp.	WANG Ting-ting (206)
Distribution and rDNA-ITS Restriction Fragment Length Polymorphism of Cereal Cyst Nematodes in Some Regions of Shanxi Province	LIU Kun (208)
First Report of Nematode, <i>Paratrichodorus renifer</i> , in Mainland China	LI Xu-qing (211)
Rapid Detection of <i>Aphelenchoides besseyi</i> in Rice Seeds	TIAN Hong-yu (212)
Nematicidal Efficacy of Aqueous Extracts of Four Botanical Plants against <i>Heterodera glycine</i>	HASSAN M. A. (213)
Field Evaluation of Combination of Soil Bio-fumigation and <i>Streptomyces rubrogriseus</i> for Control of <i>Meloidogyne incognita</i>	WANG Xue-yan (214)
Screening of Pesticides to Wheat Root-Gall Disease Causing by <i>Subanguina radiculicola</i>	WANG Peng-jun (215)
Bacteria Associated with <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> and <i>B. mucronatus</i> have no Effect on Pine Wilt Diseases	ZHAO Hai-juan (216)
Preliminary Report on Damage and Identification of <i>Meloidogyne hispanica</i>	FU Mei-ying (218)
Complex Infection of <i>Meloidogyne enterolobii</i> and Other Major Root-knot Nematodes	WU Di (221)
Preliminary Identification of Rice Root-Knot Nematode in Yunnan	YAN Chun-li (224)
Resistance of Cultivars of Vegetable Resources and Virulence Differentiation between Different Populations of <i>Meloidogyne incognita</i>	WANG Xiao-wei (225)
Rapid Molecular Diagnosis Based on SCAR for Cereal Cyst Nematode (<i>Heterodera avenae</i>)	QI Xiao-li (229)
Homologus Clone and Sequence Characterization of a New Calreticulin Gene from <i>Ditylenchus destructor</i>	WANG Gao-feng (232)
Cloning and Localization Analysis of a New Venom Allergen-like Protein Gene (<i>Dd-vap-1</i>) in <i>Ditylenchus destructor</i>	ZHOU Caiwen (233)

Field Evaluation of Entomopathogenic Nematodes for Biological Control of Striped Flea Beetle, <i>Phyllotreta striolata</i> (Coleoptera: Chrysomelidae)	YAN Xun (236)
The Mutualistic Association between the Entomopathogenic Nematodes and Their Symbiotic Bacteria	QIU Xue-hong (239)
A Record of Six soil Nematodes Associated with the Rhizosphere of Coniferous and Ornamental Trees from China	PHAM T. Hoa (242)
Preliminary Study on the Infectivity of <i>Meloidogyne enterolobii</i> to Cultivated Crops	WANG Hui-fang (244)
Suppressive Soil of Soybean Cyst Nematode and Parasitic Fungi	XU Yan-li (247)
Research Progress of Diversity of RNAi Effectors in Root-knot Nematode <i>Meloidogyne incognita</i> and <i>Caenorhabditis elegans</i>	JU Yu-liang (250)
Study on Heterotrimeric G-Protein in Soybean	KANG Wen-shu (255)
Review of Nematicidal Antibiotics from Actinomycetes	CHEN Li-jie (259)
Review of the Interaction between <i>Rhizobium</i> and Nematodes	Tian Feng (264)
Advances in Study of Nematodes of Mangrove	WANG Hong-hong (268)
Prospects of Chitin Deacetylase in Bio-Control of Plant Parasitic Nematode ...	DU Hai-xia (275)
Effect and Mechanism on Induced Resistance to Nematodes by Exogenous Inducer	SHI Hong-li (284)
Review about Nematode Resistant GM Crops	LONG Hai (293)

小麦孢囊线虫江苏省沛县群体的生活史调查^{*}

刘炳良^{**}, 孙成刚, 向桂林, 宋志强, 王暄, 李红梅^{***}

(南京农业大学农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室, 江苏南京 210095)

摘要: 小麦孢囊线虫病 (CCN) 在江苏省 12 地 1 市的小麦种植区都有发生分布, 已成为威胁江苏省小麦生产的重要病害, 研究小麦孢囊线虫在江苏省的侵染规律, 对病害的综合防控具有重要意义。在 2010—2011 年的江苏冬小麦生育周期内, 定点监测了 CCN 江苏沛县群体的田间侵染规律, 明确了其在小麦生长季节中只能完成一代生活史。小麦越冬前的土壤中有少量 CCN 二龄幼虫 (J2) 孵化, 但只有极少量能够侵入小麦根系且不能正常发育; 返青期的小麦根围土壤中出现 J2 孵化高峰, J2 大量侵入根系并随后在根内发育成 J3 和 J4; 抽穗期在根系上形成白色雌虫; 小麦成熟收获期, 白色雌虫开始变褐形成孢囊, 落入土中越冬。

关键词: 小麦孢囊线虫; 沛县群体; 生活史

Study on the Life Cycle of *Heterodera avenae* on Wheat in Peixian, Jiangsu Province, China^{*}

LIU Bing-liang, SUN Chen-gang, XIANG Gui-lin,

SONG Zhi-qiang, WANG Xuan, LI Hong-mei

(Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests,

Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract: The cereal cyst nematode (CCN) was widely distributed in wheat growing area of Jiangsu province, China and threatened the security of wheat production. The information for life cycle of CCN Jiangsu populations is critical to integrated control of the disease. From October 2010 to June 2011, the life cycle of *Heterodera avenae* on wheat in Peixian of Jiangsu Province was detected during the wheat growth season. CCN finished only one generation during the whole season. Before wheat over-wintering, a few second stage juveniles (J2) of *H. avenae* were hatched, but only few of them infected the root systems and none of them was developed in normal. During the re-greening period, the hatching peak of J2 was presented in soil and massive J2 infected roots of wheat, which were further developed into J3 and J4. The white females appeared on roots in tassel period and changed into brown cysts during maturation period of wheat. The cysts over-summered in soil for next infestation.

Key words: *Heterodera avenae*; Peixian population; life cycle

^{*} 基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (200903040); 国家自然科学基金 (30900939)

^{**} 作者简介: 刘炳良 (1985—), 男, 硕士研究生, 从事植物线虫学研究。E-mail: cicishysky@yahoo.com.cn

^{***} 通讯作者: 李红梅, 教授, 博导, 从事植物线虫学研究。E-mail: lihm@njau.edu.cn

禾谷作物孢囊线虫 (cereal cyst nematode, CCN) 是一类为害禾谷类作物的重要植物病原线虫, 目前, 已在全世界 40 多个国家有分布^[1], 我国自 1989 年在湖北天门首次发现以来^[2], CCN 目前已在全国 13 省 (市、自治区) 均有分布, 严重威胁着我国小麦生产的安全^[3~5]。

有研究表明表明, 国内的禾谷孢囊线虫 (*Heterodera avenae*) 在小麦生长季节中只完成一代生活史, 在湖北地区是以孢囊越冬, 有 2 个二龄幼虫的孵化和侵入期, 分别是 10 月中下旬到 12 月底和次年 2~3 月, 冬季 (日平均气温低于 2℃) 停止幼虫的孵化、侵入和发育, 至次年 2 月中旬恢复活动, 虫卵的孵化期可达半年之久, 致使小麦从出苗到发育中后期始终受到 CCN 为害^[6]。小麦孢囊线虫自 2009 年在江苏省首次报道以来^[4], 通过 2009—2011 三年的田间调查表明, CCN 在全江苏省都有分布, 部分 CCN 发生严重地区的小麦产量已经受到严重影响^[7], 而小麦孢囊线虫江苏群体的侵染规律尚未见相关报道。本文在 2010—2011 年的江苏冬小麦生育周期内, 测定了 CCN 沛县群体的生活史, 以期明确 CCN 江苏群体的田间侵染规律, 从而为小麦孢囊线虫的综合防控提供理论指导。

1 材料和方法

1.1 试验设计

试验地点设在在徐州沛县施楼镇, 该地多年种植小麦, 与玉米轮作, 孢囊线虫病发生较严重, 土壤类型为沙壤土, 肥力中等, 无灌溉设施。小麦品种矮抗 58, 由河南省农业科学院小麦研究中心培育, 对 CCN 沛县群体高度感病。设 5 个小区, 每个小区 8m² (2m×4m), 播种日期为: 2010 年 10 月 15 日。

1.2 调查方法

播种前, 在试验地地表下 10cm 深度的土层埋放土壤温湿度自动测量仪 (美国 OnsetHOB0 Pro-v2), 设置为每隔 2h 测定一次温度和湿度, 记录小麦整个生育周期的田间温度变化。

播种前进行田间的第 1 次取样, 之后的各取样时间见下表。取样时, 每小区随机选取 5 点, 拔出小麦植株, 尽量保证根系的完整, 并取根围土壤装入取样袋中带回实验室。土样在室内自然风干后, 漂浮过筛法分离 100ml 土壤中的孢囊并于体视镜 (LEICA-MZ95) 下统计饱满孢囊数, 每样重复 3 次。随机挑取 10 个饱满孢囊, 置于滴加纯净水的载玻片上, 轻轻挤破孢囊, 统计单孢囊内平均卵量。每小区随机选取 10 株小麦, 将根部剪下冲洗干净, 采用次氯酸钠-酸性品红染色法染色^[8], 镜检观察并记录每条根中各龄期孢囊线虫的数量, 计算单株小麦的平均线虫数量。

2 结果与分析

2.1 小麦生育期内的土壤温度与湿度变化

江苏沛县的小麦整个生育期, 从播种到收获, 为期 242d, 小麦各生育期阶段距播种的时间见表 1。共进行了 14 次田间取样。

表 1 江苏沛县小麦孢囊线虫群体的田间取样信息

Table 1 Sampling information for CCN population on wheat in Peixian, Jiangsu Province

取样时间	播种后天数	小麦生育时期	简写
Sampling time	Days after seeding emergence	Wheat growth stage	Abbr.
2010 年 10 月 15 日	0	出苗期	ES
2010 年 11 月 13 日	28	分蘖期	TS
2010 年 12 月 11 日	56	越冬期	WP
2010 年 12 月 25 日	70	越冬期	WP
2011 年 1 月 8 日	84	越冬期	WP
2011 年 1 月 22 日	98	越冬期	WP
2011 年 2 月 14 日	121	返青期	GS
2011 年 3 月 5 日	140	返青期	GS
2011 年 3 月 19 日	154	返青期	GS
2011 年 4 月 2 日	168	起身期	SS
2011 年 4 月 16 日	182	拔节、挑旗期	J&FS
2011 年 5 月 2 日	198	抽穗期	HS
2011 年 5 月 15 日	211	抽穗期	HS
2011 年 6 月 14 日	242	收获期	MS

从土壤的温度记录数据分析可以看出（图 1），在小麦整个生育期内，麦田 10cm 土层的温度呈现 V 字形趋势，先下降后上升。在冬小麦的出苗期（ES），10 ~ 11 月的地温较高，平均高于 10℃；分蘖期（TS）后温度持续下降，越冬期（WP）后至返青期（GS）前平均温度低于 5℃以下，最低地温出现在越冬期的 1 月，平均为 0.3℃；返青期后温度持续上升，到 6 月 17 日小麦收获（MS）时，平均地温达到 25℃。而土壤湿度在小麦整个生育期内的变化较大，呈先上升后下降后又上升的趋势，最高湿度出现在播种后第 3d，为 100%，可能与充分的降水有关。分蘖期（TS）开始后，土层湿度持续下降，在越冬期到返青期末的长达近 4 个月的时间里，土层湿度保持在最低值，为 1%，这可能与长期的干旱无雨的气候条件相吻合。起身期（SS）的土壤湿度持续上升，小麦收获期的土壤湿度为 90% 以上。

2.2 小麦根围土壤中孢囊及二龄幼虫的动态变化

从图 2 中可以看出，从播种到返青期（GS）前，100ml 土样中的空孢囊和饱满孢囊量的变化趋势较为一致，有轻微的升降起伏，而二龄幼虫（J2）有个小量孵化期。返青期后至收获期，100ml 土中的空孢囊量呈上升趋势，最高值为 140.0 个/100ml 土，饱满孢囊量则持续下降，最低值为 8.8 个/100ml 土，而在返青期至起身期，土壤中出现了 J2 高峰，说明饱满孢囊里的卵开始大量孵化。J2 在 3 月 5 日出现孵化高峰，每毫升土中的虫量达到 10.1 条，次后 J2 的孵化开始下降，在小麦的成熟期的土样中未见 J2。

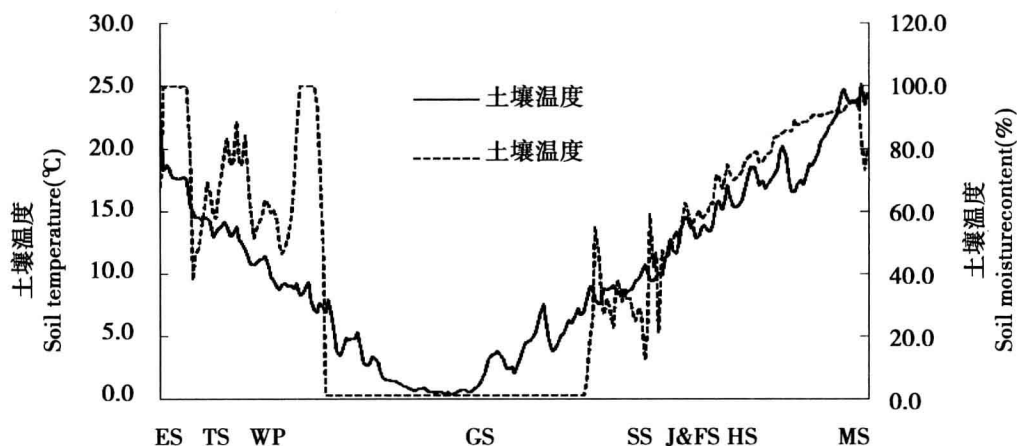


图1 江苏省沛县小麦生育期内的土壤温度和湿度变化

Fig. 1 Dynamics of soil temperature and moisture during wheat growth period in field from Peixian, Jiangsu Province

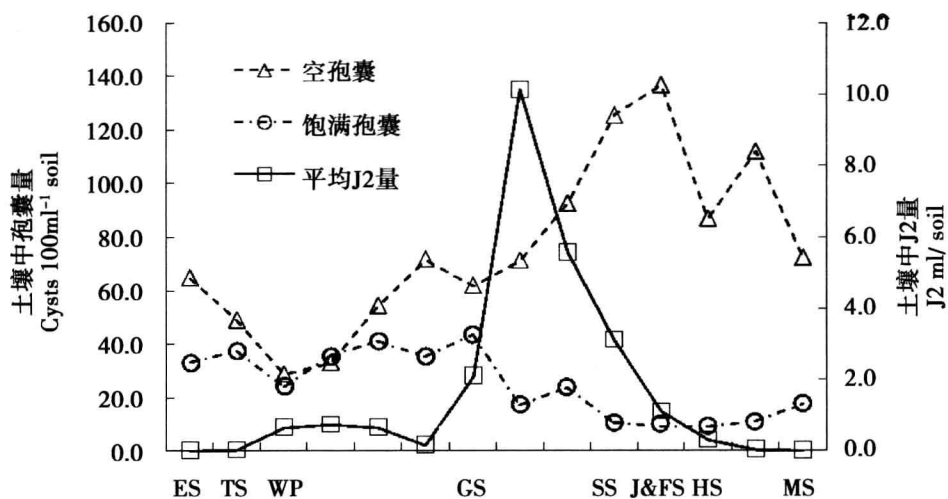


图2 CCN 沛县群体的孢囊与二龄幼虫在小麦根围土壤内的动态变化

Fig. 2 Dynamics of cysts and second-stage juveniles of CCN Peixian population in soil of wheat field

2.3 小麦根系内 CCN 各龄期虫态的动态变化

返青期前，小麦根系中的各龄期虫量均为 0（图 3）。返青期（GS）后至起身期（SS）前，根系内的 J2 量开始增加，并在短时间内到达最大值，平均每株苗根系内有 38.8 条 J2，此时其他龄期的幼虫有极少量或没有出现，SS 期过后 J2 量开始迅速下降，收获期（MS）后降到 0.5 条 J2/株。J3 在 SS 期后开始出现，并在抽穗期（HS）达到最大值，平均每株的根系内有 11.1 条 J3，此后开始下降，成熟期后降为 0.4 条 J3/株。J4 在拔节、挑旗期（J & FS）的根系中出现，同样在 HS 期达到最大值，为 7.5 条 J4/株，至 MS 期后下降为 1.9 条 J4/株。白色雌虫在根系中出现的时间较晚，直到 HS 期才开始出现并一直持续增加，MS 期