

甘肃省蔬菜根结线虫发生种类与分布

杜 蕙¹, 陈 明¹, 吕和平¹, 曹素芳², 陈书龙³, 漆永红¹

(1. 甘肃省农业科学院 植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070;
3. 河北省农林科学院 植物保护研究所, 河北 保定 071000)

摘 要:2008~2011 年对甘肃省蔬菜根结线虫的发生种类和分布及种群密度进行了调查。结果表明:依据根结线虫 2 龄幼虫、雌虫、雄虫及卵的形态学特征,明确了甘肃省蔬菜根结线虫种类为南方根结线虫(*M. incognita*);根结线虫在甘肃省的保护地蔬菜上普遍发生,几乎遍及全省的各个地区,发生严重,受害的蔬菜种类达 20 多种,其中番茄、黄瓜及苦瓜受害严重,土壤中的线虫群体密度最高达到 1 196 条/100g。此外,调查还发现,保护地内的一些杂草,如藜、马齿苋、田旋花和龙葵等上也有根结线虫发生。

关键词:根结线虫;种类;分布;蔬菜;甘肃省

中图分类号:S 436.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)20-0127-04

根结线虫(*Meloidogyne* spp.)是植物病原线虫中种类最多、分布最广、危害最严重的一类线虫。该线虫为植物根系的专性内寄生物,其侵染性由 2 龄幼虫侵入寄主根系,迁移至维管束后固定取食并发育成成虫。线虫的持续取食干扰了寄主根系的正常生长,使寄主植物显现特异性的根结症状,导致受害作物的产量损失可达 70%以上^[1-3]。近年来,随着农业产业结构的调整,甘肃省日光温室发展迅速,但根结线虫的危害也日趋严重。由于菜农缺乏对该病害的了解,防治不当,致使根结线虫病害的发生日趋严重。为有效地防治根结线虫病害,做到有的放矢,明确当地蔬菜生产区根结线虫的发生种类与分布情况显得尤为重要。一些学者对其所在省份的根结线虫病害做过调查研究,并对当地线虫病害的防治起到指导作用^[4-6]。关于根结线虫在甘肃省部分地区保护地蔬菜上的发生已有一些报道^[7-8],但有关该病害在全省蔬菜上的发生种类和分布情况尚少见系统报道。因此,于 2008~2011 年对甘肃省蔬菜根结线虫的发生种类和分布进行了初步调查,旨在掌握全省蔬菜根结线虫的发生种类和分布情况,为该病害的防治提供理论指导。

第一作者简介:杜蕙(1970-),女,甘肃临洮人,硕士,副研究员,现主要从事农作物病害及其防治技术研究工作。E-mail:dh0928@163.com.

基金项目:甘肃省农业科学院农业科技创新专项资助项目(2009GAAS03);甘肃省自然科学基金资助项目(1107RJZA236);国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(nyhyzx07-050);国家自然科学基金青年基金资助项目(31000845)。

收稿日期:2012-05-16

1 材料与方法

1.1 试验材料

2008~2011 年 5~8 月,在甘肃省的庆阳、平凉、陇南、天水、白银、兰州、定西、酒泉、武威、临夏等 28 个市县的蔬菜种植区采集受根结线虫危害的蔬菜病根及根际土壤标本 280 份,土样采自土壤表层 5~20 cm 处的植物根际,每 1 个地块 5 点采样,混合后取 1 500 g 组成 1 份样本。将标样带回实验室后及时进行线虫分离,如不能及时分离,土样则在 4~6℃ 条件下保存。以孙时宜等^[9]所述方法确定受害程度,分 4 个等级,0:健康;+:根结很少;++:根结很多;+++ :根系严重受害甚至坏死。

1.2 试验方法

1.2.1 2 龄幼虫和雄虫的固定与鉴定 采用浅盘法分离根结线虫 2 龄幼虫和雄虫。具体方法为:在室温 25℃ 左右,将每个土样充分混合后称取 100 g 置于浅盘中保存 24 h,接着在贝曼漏斗中浓缩线虫液,于线虫计数皿中计数,统计标样中的线虫数量。同时在 63~65℃ 的水浴锅中温热处理 3 min 杀死根结线虫的 2 龄幼虫或雄虫,然后用 FA 固定液固定制成临时玻片^[10],在显微镜下直接进行观察、测量与鉴定。

1.2.2 雌虫的分离与固定 将具有典型根结线虫危害症状的病根洗净后,在解剖镜下用手术刀直接解剖分离根结线虫雌虫。把雌成虫放在滴有 45% 乳酸的载玻片上,在解剖镜下用手术刀切取尾端,去除会阴以外多余部分,修整成平整的正方形放在滴有甘油的载玻片上,制成临时玻片^[11];用显微镜观察雌虫会阴花纹,并照相。

1.2.3 形态学测量符号 L:体长;W:体宽;ST:口针长;DGO:背食道腺开口与口针基部球的距离。

2 结果与分析

2.1 蔬菜根结线虫形态学鉴定特征

将获得的蔬菜根结线虫的雌虫、2龄幼虫、雄虫和卵进行形态特征观察与测量^[12-13],结果表明,采集到的蔬菜根结线虫均为南方根结线虫(*M. incognita*)单一种群。

雌虫: L = 587.0 (500.0 ~ 695.0) μm , W = 389.0 (300.0 ~ 430.0) μm , ST = 15.3 (15.0 ~ 16.0) μm , DGO = 3.1 (2.0 ~ 4.0) μm 。雌虫体白色呈梨形,多埋于寄主组织内。颈部向腹面弯曲,口针的针锥向背面弯曲。阴门位于虫体末端,呈裂缝状(图1)。会阴花纹背弓明显高,线纹由平滑到波浪状,有些纹线向侧面分叉,但无明显的侧线(图2)。

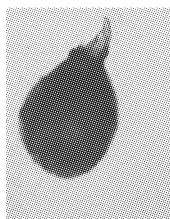


图1 雌虫
Fig.1 Female



图2 雌虫会阴花纹
Fig.2 Perineal pattern

2龄幼虫: L = 385.0 (360.0 ~ 393.0) μm , W = 15.0 (14.0 ~ 16.0) μm , ST = 10.0 (9.0 ~ 11.0) μm , DGO = 2.3 (2.0 ~ 2.5) μm 。2龄幼虫呈线性,头部前端平,口针纤细且基部球明显,中食道球呈椭圆形,尾部透明且纤细,尾尖尖圆(图3)。

雄虫: L = 1 650.0 (1 200.0 ~ 2 000.0) μm , W = 30.2 (20.0 ~ 35.0) μm , ST = 25.0 (23.0 ~ 26.0) μm , DGO = 2.5 (1.7 ~ 3.5) μm 。虫体透明,细长。头冠大而圆,头区不缢缩,没有侧唇。交合刺细长,末端尖,弯曲成弓状。

卵: 椭圆形或肾形,长(80~98) μm × 宽(30~38) μm , 藏于棕黄色的卵囊中,1个卵囊中有卵250~750粒(图4)。

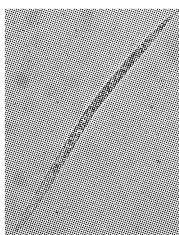


图3 2龄幼虫
Fig.3 The second-stage juvenile

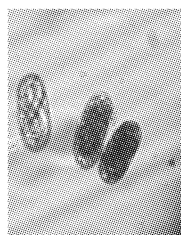


图4 卵
Fig.4 Eggs

2.2 蔬菜根结线虫的地理分布和危害

2.2.1 蔬菜根结线虫在甘肃的分布 通过对甘肃省主要蔬菜种植区蔬菜根结线虫发生情况调查表明,根结线虫在甘肃省的兰州、白银、天水、陇南、平凉、庆阳、武威、酒泉、定西及临夏等10个市的保护地蔬菜上均有发生,主要以白银市、武威市和庆阳市发生普遍,其它市区仅

局部地区发生,而露地蔬菜未见该病发生为害。据资料显示,该病害2004年在白银市水川镇和强湾乡大棚蔬菜上发现为害,之后遍及平堡、北湾、东湾、三滩等8个乡镇;2006年武威市高坝镇、大柳乡、清水和清源镇日光温室番茄上首次发现为害;2007年庆阳市西峰区塞子乡桥西村黄瓜上首次发现,随后遍及西峰区、宁县以及合水县。此外,调查发现位于天水市麦积区中滩镇、定西市的陇西县文峰镇、临洮县新添镇及漳县三台镇,兰州市榆中县和平镇及永登县大同乡、临夏市的临夏县土桥镇局部地块有发生。

2.2.2 根结线虫在不同蔬菜上的发生与危害 通过对根结线虫在甘肃省不同蔬菜上的发生与危害程度以及土壤线虫量调查,由表1可知,全省受根结线虫危害的蔬菜种类达20多种,其中茄科的番茄和葫芦科的黄瓜、苦瓜受害最严重,土壤中的根结线虫量分别为617~1 196、691~1 153、366~1 095头/100g土,而辣椒受害最轻,线虫量为87~233头/100g土。此外,调查发现,保护地内的一些杂草,如藜、马齿苋、田旋花、龙葵上也有根结线虫发生。

表1 根结线虫在甘肃的分布与危害

蔬菜 Vegetables	危害程度 Hazard level	分布地区 Distribution areas	土壤线虫量 Number of nematodes /头·(100g土) ⁻¹
番茄	+++	武威、天水、定西、兰州、 白银、临夏	901
黄瓜	+++	酒泉、平凉、庆阳、兰州、 白银、定西、陇南	922
苦瓜	+++	白银	731
西瓜、甜瓜	++	武威、白银	367
西葫芦	++	白银、定西	569
茄子	++	白银、天水	547
花椰菜、甘蓝、芹菜	+	武威、白银	195
辣椒	+	白银、天水	160
豇豆	++	白银、陇南	534
油麦菜、生菜、小白菜、 菠菜、香菜、白菜	+	白银	212

注:表中数据为3次重复的平均数。

3 结论与讨论

根结线虫在世界上35°S和40°N之间地区广泛为害多种寄主植物,其中温带、亚热带和热带地区的植物受害尤其严重。在温暖地区,常见的根结线虫有爪哇根结线虫(*M. javanica*)、南方根结线虫(*M. incognita*)和花生根结线虫(*M. arenaria*),而在37°N以北地区北方根结线虫(*M. hapla*)常发生^[14]。已报道的根结线虫种类有80多种,但引起蔬菜根结线虫病的主要有4个种,即南方根结线虫、北方根结线虫、爪哇根结线虫和花生根结线虫,其中南方根结线虫的发生面积大、寄主种类最多,已成为危害蔬菜的优势种群^[15]。甘肃省位于中国西北,东经93°28'~108°

44', 北纬 32°36'~42°48', 地形狭长, 地理位置特殊, 属温带大陆性干旱气候, 各地区温差和降雨量差异较大。该调查结果表明, 南方根结线虫是引起甘肃省保护地蔬菜根结线虫病的单一种群, 在白银、武威及庆阳发生面积较大, 其它市区仅局部发生, 这可能与甘肃省的气候条件、当地的土壤类型及种植结构等因素有关。

调查发现, 根结线虫仅危害保护地蔬菜, 而露地蔬菜未见发生。温湿度是影响根结线虫发生的最主要因素^[16], 适宜的环境条件对根结线虫的繁殖发育有利, 由于保护地所形成的特殊小气候, 为根结线虫越冬提供了适宜的环境条件, 导致根结线虫病主要危害保护地蔬菜。因而, 随时调整保护地的温湿度对减轻根结线虫的危害可能有效。此外, 保护地复种指数高, 连茬和重茬现象严重, 使土壤虫口密度增加, 选取与非寄主作物实行 2 a 以上轮作能起到一定的防治效果^[17]。

根结线虫的寄主植物很多, 涉及粮食作物、经济作物、果树、蔬菜、观赏植物及杂草等 114 科, 2 000 多种^[15]。该调查结果表明, 根结线虫在甘肃危害的蔬菜种类多达 20 多种, 其中番茄、黄瓜及苦瓜受害严重, 而辣椒受害较轻, 这表明根结线虫的危害与作物的种类密切相关。调查还发现, 同属茄科的番茄和辣椒, 其危害程度不同; 而番茄不同品种间危害程度也有差异, 说明根结线虫的危害除与作物的种类有关外, 还与作物的品种有关, 品种内部组织结构致密、坚硬的抗病能力强, 这要求在抗病育种砧木材料的选取方面, 针对植物和病原线虫的互作关系做出进一步抉择^[18]。另外, 在保护地内的一些杂草上有根结线虫发生, 杂草也是根结线虫残留的场所之一, 这说明了及时彻底清除保护地内杂草在根结线虫防治中的重要性。

植物线虫病害病原种类的确定是防治的前提, 明确病原种类对制定合理的防治策略和提高防治效果有重要的指导作用。该调查结果表明, 所有采集到的线虫样本经鉴定均为南方根结线虫(*M. incognita*), 说明引起甘肃省保护地蔬菜根结线虫病的线虫为南方根结线虫单一种群。据报道, 南方根结线虫比其它如北方根结线虫或花生根结线虫的耐寒性差^[19], 通过在寒冷的冬季对保护地的土壤进行适当的冷冻处理, 可大大降低土壤中南方根结线虫的群体数量, 此方法对该线虫的防治提供一条新的途径。另外, 在实际生产中选择对南方根结线虫具有趋避、排斥、诱杀作用及不能形成卵囊的作物进行间套作, 能破坏线虫完成正常的生活史, 遏制线虫的繁殖, 在某种程度上起到一定的防治作用, 或在前茬作物采收后, 种植油菜、小白菜、生菜等速生叶菜类, 采收后将其根全部挖出集中烧毁, 能减轻对下茬作物的为害^[20]。

土壤中的根结线虫种群数量不仅受到作物生育期

的影响, 还与作物的种类、品种以及环境条件等密切相关^[19]。该研究中的根结线虫发生数量和对某种蔬菜的为害程度仅仅表明在某一特定地块的根结线虫密度和对蔬菜的危害情况, 尚不能代表给某一类蔬菜造成的损失情况, 因为根结线虫对作物的为害不仅与土壤中线虫的初始密度、蔬菜的种类、品种的抗病性有关, 同时还会受到环境条件的影响。因此, 在甘肃省保护地栽培条件下, 根结线虫对不同蔬菜所造成的产量损失尚需作进一步的系统研究。

参考文献

- [1] 孙龙华, 廖金铃, 李迅东, 等. 根结线虫种群的线粒体 DNA 分析[J]. 植物病理学报, 2005, 35(2): 134-140.
- [2] Williamson V M, Hussey R S. Nematode pathogenesis and resistance[J]. Plant Cell, 1996(8): 1735-1745.
- [3] 徐建华, 魏大为, 詹裕定, 等. 江苏省大棚蔬菜寄生线虫的种类和发生[J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(1): 47-51.
- [4] 张绍升. 福建省主要作物根结线虫病发生情况调查[J]. 福建农业大学学报, 1995, 24(3): 307-309.
- [5] 王汝贤. 陕西主要农作物寄生线虫种类调查[J]. 西北农业学报, 1993(2): 59-66.
- [6] 赵洪海, 袁辉, 武侠. 山东省根结线虫的种类与分布[J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(4): 243-247.
- [7] 高赞, 漆永红, 刘永刚, 等. 甘肃河西地区番茄根结线虫病病原鉴定[J]. 植物保护, 2009, 35(3): 127-129.
- [8] 漆永红, 吕和平, 杜蕙, 等. 武威市黄瓜根结线虫病病原鉴定[J]. 甘肃农业科技, 2009(9): 9-11.
- [9] 孙时宜, 沈伯葵, 童瑞华, 等. 连云港市园林植物根结线虫调查[J]. 森林病虫害通讯, 1990(3): 24-26.
- [10] Southey J F. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes[M]. London, UK: Her Majesty's Stationery Office, 1986: 59-801.
- [11] 冯志新. 植物线虫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [12] Jepson S B. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) [M]. Aberystwyth. CAB, International, 1987: 45-191.
- [13] Eisenback J D, Hirschmann H, Triantaphyllou A C. Morphological comparison of *Meloidogyne* female head structure, perineal patterns and stylet[J]. Journal of Nematology, 1980, 12(4): 300-313.
- [14] 泰勒 A L, 萨塞 J N. 植物根结线虫(生物学、分类鉴定和防治)[M]. 杨宝君, 曾大鹏, 译. 北京: 科学出版社, 1983: 1-154.
- [15] Schmitz V B, Burgermeister W, Braasch H. Molecular genetic classification of central European *Meloidogyne chitwoodi* and *M. failax* populations nachrichtenb[J]. Deut Pflanzenschutz, 1998, 50(12): 310-317.
- [16] 毛琦, 张荣, 张小艳, 等. 陕西省温室蔬菜根结线虫的种类鉴定[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(8): 135-138.
- [17] 陈志杰, 张淑莲, 李泽宽, 等. 陕西温室番茄根结线虫病发生规律与绿色防治技术[J]. 陕西农业科学, 2008(5): 49-51.
- [18] 陈国华, 杨宇红, 谢丙炎. 植物抗线虫基因工程新途径及其在分子育种中的应用[J]. 植物病理学报, 2007, 37(2): 113-120.
- [19] 陈书龙, 李秀花, 马娟. 河北省根结线虫发生种类与分布[J]. 华北农学报, 2006, 21(4): 91-94.
- [20] 杜蕙, 漆永红, 申培增, 等. 种植诱集植物对土壤中根结线虫种群数量的影响[J]. 中国蔬菜, 2011(20): 84-87.

(致谢:感谢甘肃省白银市植保植检站和庆阳市植保植检站在调查采样过程中给予的无私帮助!)

Species Identification of Root-knot Nematode on Vegetables and Its Distribution in Gansu Province

DU Hui¹, CHEN Ming¹, LV He-ping¹, CAO Su-fang², CHEN Shu-long³, QI Yong-hong¹

(1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Institute of Fruit Tree and Flower, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 3. Institute of Plant Protection, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: The species and distribution as well as population densities of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) were investigated in Gansu province from 2008 to 2011. The results showed that the species occurred on protected-field vegetables was *Meloidogyne incognita* basing on the morphological characters of males, females, the second-stage juveniles and eggs in Gansu province. This nematode was widely spread in Gansu and caused a serious damage to more than 20 kinds of vegetables, it mainly caused damage to tomato, cucumber and bitter melon. The highest density of the nematode in soil reached to 1 196 second stage juveniles per 100 gram soil. Meanwhile, this nematode was also found on weeds in the protected fields, such as *Chenopodium lbum*, *Portulaca oleracea* L., *Convolvulus arvensis* L. and *Solanum nigrum* L.

Key words: root-knot nematode; species; distribution; vegetables; Gansu province

不要轻视微量元素对增产的作用

庄稼要高产,施肥是关键,良种、良法、良方配套提倡的就是科学合理施肥。随着人们对科学种田的认识,农民逐步改变了施用单一氮肥或者磷肥的习惯,进而施用氮、磷、钾比较全面的复合肥。而且使用数量连年增加,甚至造成了不必要的浪费,很多农民舍得投入增施大化肥,但忽视了微量元素的应用。从长远来看,补施微量元素将是未来农业增产的新方向。

现总结了当地几种农作物使用微量元素后的明显效果,以棉花为例,施足大化肥的同时,在棉花的现蕾期叶面喷施硼肥,一般10 d左右1次,连续喷施3次,能增加棉花的坐桃率,施用优质硼肥后,一般棉花增产在10%左右。棉花缺硼主要表现蕾而不花,花而不实,蕾铃脱落,产量品质下降。喜硼的主要农作物是棉花、油菜和花生等农作物。

玉米和辣椒对锌肥比较敏感,很多复合肥厂家在推广加锌肥,也有个别农民购买硫酸锌随着大化肥沟施,还有的农民购买单一锌肥喷施,锌能有效预防作物病毒病,防小叶、防畸形,并能减少玉米秃顶,所以,增施锌肥,对玉米的高产有积极的作用。

西红柿和白菜、辣椒等对钙肥比较敏感,一般多采取叶面喷施的方法,补钙可以防止作物裂果,增加糖度,提高作物抗逆性,并能有效减少作物软腐病的发生。

花生、大豆等农作物对钼肥比较敏感,缺钼容易导致空荚空苞,果实不饱满,籽粒不实等现象。补钼可有效防止黄斑叶的发生。

花生和桃树黄叶,可增加铁肥的使用量,缺铁容易引起黄叶病、白叶病等症状,如不黄叶可提高光合作用,增加叶绿素含量,可使农作物叶色浓绿,一般花生浇水或大雨后容易黄叶,喷施铁肥配合钼肥能提高花生产量10%。