

甘肃花卉根际线虫的营养类群结构

刘奇志^{1*}, 王建魁¹, 文朝慧², 边 勇¹, 贡惠玲³

(¹ 中国农业大学农学与生物技术学院, 昆虫与线虫学实验室, 北京 100193; ² 甘肃出入境检验检疫局, 兰州 730020;

³ 清水县园艺站, 甘肃天水 741400)

摘 要: 2006—2007年, 对甘肃省酒泉、定西、天水等 9 个花卉制种和生产基地种植的旱金莲、唐菖蒲、孔雀草、万寿菊、波斯菊、大丽花等 56 种花卉根际线虫类群进行了研究。经鉴定 111 076 条线虫分属 43 个属, 4 个营养类群 (食细菌、食真菌、杂食 捕食和植物寄生线虫), 其中有益的非植物线虫属 32 个, 有害的植物线虫属 11 个, 占总调查属数量的 1/4, 相对比例较大, 特别是垫刃属 (*Tylenchus*) 和丝尾垫刃属 (*Filenchus*) 的线虫出现的频率较高, 分别涉及 51 种和 42 种花卉, 占调查花卉总数的 91% 和 75%。

关键词: 花卉; 线虫; 营养类群; 风险分析; 进出口贸易

中图分类号: S 68; S 432 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2008) 10-1521-06

Gansu Nematode Trophic Group Structure in the Rhizosphere of Flowers

LIU Qi-zhi^{1*}, WANG Jian-kui¹, WEN Chao-hui², BIAN Yong¹, and YUN Hui-ling³

(¹ Insect and Nematology Laboratory, College of Agriculture and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; ² Gansu Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Lanzhou 730020, China; ³ Horticulture Station of Qingshui County, Tianshui, Gansu 741400, China)

Abstract: During 2006—2007, nematode surveys from the regions of Jiuquan, Dingxi to Tianshui of Gansu Province in the rhizosphere of 56 species of flowers, such as *tropeolum*, *gladiolus*, *maidenhair*, *marigold*, *calliopis*, *dahlia*, were carried out in 9 flower bases of seed propagation, demonstration and production. The 111 076 nematode individuals were classified into 43 genera and 4 trophic groups. Among them, 32 genera of nematodes belong to beneficial un-plant parasitic (bacterivorous, fungivorous, omnivorous/predatory) nematodes and 11 genera of nematodes belong to baneful phytophagous nematodes which accounted for 1/4 of nematode collectivity, especially the nematodes in the genus *Tylenchus* and *Filenchus*, involved 51 (91%) and 42 (75%) species of flowers, respectively.

Key words: flower; nematode; trophic groups; risk analysis; import and export trade

随着国际贸易的频繁往来, 花卉商品出入境机会不断增加, 各类线虫随苗木、球根、种子及其交通运输工具进出口岸的机会也在不断增加。在携带的线虫中, 除植物线虫外, 还有非植物线虫, 包括昆虫线虫、食细菌线虫、食真菌线虫等, 分为不同的营养类群 (刘奇志 等, 2007)。线虫不同营养类群存在着复杂的相互关系, 如非植物线虫中的某些昆虫线虫、食细菌线虫对植物线虫有明显的抑制作用 (刘奇志 等, 2006a)。随商品出入境的线虫中有些是检疫性线虫, 有些是非检疫性线虫。检疫性线虫往往通过出入境检验检疫部门进行检疫处理, 而非检疫性线虫可能对花卉的生长无影响, 也可能造成潜在风险, 需要进行健康指数分析 (刘奇志 等, 2006b)。

近年来, 甘肃省的花卉产业迅速发展, 形成了以酒泉、张掖、武威为主的优质草花制种基地, 以

收稿日期: 2008 - 05 - 19; 修回日期: 2008 - 08 - 25

基金项目: 国家 '863' 计划项目 (2006AA06Z354)

* E-mail: lqzyx126@126.com; Tel: 010-62732929

河西地区为主的野生花卉驯化繁育基地，以天水、甘南以及河西地区为主的干花基地，以陇南、天水、兰州为主的特种花卉基地，以天水、兰州、平凉、庆阳为主的绿化苗木基地以及多个花卉繁育制种、生产示范基地。为了掌握甘肃主要花卉繁育制种、生产示范基地的线虫类群及其寄主情况，作者对甘肃酒泉、定西、天水、清水等 9 个花卉基地的 56 种花卉根际线虫进行了初步调查，并对其营养结构进行了归类，以明确各花卉根际土壤中的线虫功能类群，旨在为进一步分析各根际线虫的潜在风险提供参考数据，从而为我国花卉进出口贸易中可能存在的线虫争端提供谈判和决策依据。

1 材料与方法

1.1 土样采集与线虫分离

2006 年 8 月花卉生长季节，采集甘肃 9 个花卉基地（表 2）56 种花卉（表 1）5~20 cm 深的根际土壤，每份土样由 10 个取样点的根际土混合而成，装入塑料袋。土样带回实验室用浅盘法分离线虫 48 h，分离得到的线虫经 60~65℃，2~3 min 杀死，以备鉴定。

表 1 花卉名称及其代号

Table 1 Flower names and their codes

代号 Code	花卉名称 Flower name	代号 Code	花卉名称 Flower name	代号 Code	花卉名称 Flower name
1	波斯菊 <i>Cosmos bipinnata</i>	20	金鱼草 <i>Antirrhinum majus</i>	39	唐菖蒲 <i>Gladiolus gandavensis</i>
2	黑心菊 <i>Rudbeckia hirta</i>	21	鱼草 <i>Cabomba caroliniana</i>	40	藿香蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>
3	麦杆菊 <i>Helichrysum bracteatum</i>	22	飞燕草 <i>Consolida ajacis</i>	41	仙人掌 <i>Opuntia stricta</i>
4	万寿菊 <i>Tagetes erecta</i>	23	鸡冠花 <i>Celosia cristata</i>	42	莲花掌 <i>Haworthia cymbiformis</i>
5	金鸡菊 <i>Coreopsis dnanmondii</i>	24	大丽花 <i>Dahlia pinnata</i>	43	万年青 <i>Rohdea japonica</i>
6	金盏菊 <i>Calendula officinalis</i>	25	矮牵牛花 <i>Petunia hybrida</i>	44	羽扇豆 <i>Lupinus polyphyllus</i>
7	母菊 <i>Matricaria recutita</i>	26	贝壳花 <i>Molucella laevis</i>	45	倒挂金钟 <i>Fuchsia hybrida</i>
8	翠菊 <i>Callistephus chinensis</i>	27	月季 <i>Rosa chinensis</i>	46	忍冬 <i>Lonicera japonica</i>
9	雏菊 <i>Bellis perennis</i>	28	芍药 <i>Paeonia lactiflora</i>	47	珊瑚 <i>Cyrtanthera camea</i>
10	秋菊 <i>Dendranthema multiflorum</i>	29	牡丹 <i>Paeonia suffruticosa</i>	48	绣球 <i>Hydrangea macrophylla</i>
11	菊花 <i>Dendranthema grandiflorum</i>	30	松叶牡丹 <i>Portulaca grandiflora</i>	49	亚麻 <i>Linum usitatissimum</i>
12	吊兰 <i>Chlorophytum comosum</i>	31	百合 <i>Lilium spp</i>	50	鸢尾 <i>Iris tectorum</i>
13	蝴蝶兰 <i>Phalaenopsis aphrodite</i>	32	石竹 <i>Dianthus chinensis</i>	51	翠雀 <i>Delphinium grandiflorum</i>
14	紫罗兰 <i>Matthiola incana</i>	33	石榴 <i>Punica granatum</i>	52	满天星 <i>Senecio foetida</i>
15	君子兰 <i>Clivia miniata</i>	34	罗勒 <i>Ocimum basilicum</i>	53	仙客来 <i>Cyclamen persicum</i>
16	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	35	蜀葵 <i>Alcea rosea</i>	54	红叶小檗 <i>Berberis thunbergii</i>
17	勿忘草 <i>Myosotis silvatica</i>	36	三色堇 <i>Viola tricolor</i>	55	蓬莱松 <i>Asparagus m. griocladus</i>
18	孔雀草 <i>Tagetes patula</i>	37	旱金莲 <i>Tropaeolum majus</i>	56	铁树 <i>Cycas revoluta</i>
19	花烟草 <i>Nicotiana glauca</i>	38	一串红 <i>Salvia splendens</i>		

1.2 线虫的计数与鉴定

将在悬液中保存好的线虫制成临时标本进行鉴定（Goodey, 1963; 尹文英, 1998; 刘维志, 2004; 谢辉, 2005）。在显微镜下根据形态特征，将线虫鉴定到属，并统计各属线虫数量。

按照土壤线虫的食性（Yeates et al., 1993），将线虫分为 4 个营养类群：食细菌线虫、食真菌线虫、杂食/捕食类线虫和植物寄生线虫，其中前三者为有益的非植物线虫，后者为有害的植物线虫。

2 结果与分析

2.1 甘肃花卉根际土壤线虫的分类鉴定

从甘肃 9 个不同花卉基地的 56 种花卉（表 1）264 份样本中分离出 111 076 条线虫标本，经鉴定分属于 43 个属，分布于不同种花卉根际土壤中。

表 2 甘肃花卉根际土样采集信息

Table 2 The information of rhizosphere soil collection of flowers in Gansu

采集地点	Collection site	样本数	花卉代号
		Sample	Code
酒泉市	安德福公司基地	The Base of Andefu Company	57
Jiuquan City	东方公司基地	The Base of Orient Company	36
定西市	临洮县八里铺基地		48
Dingxi City	The Base of Balipu, Lintao County		
	临洮县良种场基地		18
	The Base of Seed Production of Lintao County		
天水市	北道区基地	The Base of Beidao District	21
Tianshui City	秦州区西团庄基地		39
	The Base of Xituanzhuang, Qinzhou District		
	清水县农场基地		12
	The Base of Farm in Qingshui County		
	清水县温沟村基地		15
	The Base of Wengou Village, Qingshui County		
	清水县林业局基地		18
	The Base of Forestry Bureau of Qingshui Country		

注：花卉代号与表 1 一致。

Note: Flower codes are the same as Table 1.

2.2 甘肃花卉根际土壤线虫的营养类群结构

2.2.1 食细菌线虫及其相关花卉

通过对甘肃不同地域花卉根际土壤调查，分离出的线虫涉及食细菌线虫 18 个属，约占总数的 42%，有头叶属（*Cephalobus*）、真头叶属（*Eucephalobus*）、新小杆属（*Norhabditis*）、棱咽属（*Prismatolaimus*）、小杆属（*Rhabditis*）等（表 3）。

表 3 食细菌线虫及其相关花卉

Table 3 Bacterivorous nematodes and related flowers

线虫属	花卉代号
Nematode genera	Code
头叶属 <i>Cephalobus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55
真头叶属 <i>Eucephalobus</i>	1, 3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56
新小杆属 <i>Norhabditis</i>	1, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 46, 48, 50, 51, 56
棱咽属 <i>Prismatolaimus</i>	1, 2, 3, 4, 6, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 37, 38, 39, 42, 43, 45, 47, 48, 52, 53, 54, 55
小杆属 <i>Rhabditis</i>	4, 6, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 31, 32, 37, 38, 39, 44, 47, 49, 50, 51, 53, 55, 56
鹿角唇属 <i>Cervidellus</i>	1, 2, 4, 9, 15, 16, 17, 18, 23, 24, 27, 31, 32, 35, 38, 39, 42, 44, 45, 53
拟丽突属 <i>Acrobeloides</i>	2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 13, 19, 24, 26, 27, 31, 35, 42, 45
无咽属 <i>Alaimus</i>	4, 9, 20, 24, 27, 29, 33, 38, 39, 43, 45, 50, 52, 53, 54
钩唇属 <i>Diploscapter</i>	2, 4, 10, 13, 21, 24, 31, 35, 36, 37, 38, 39, 47, 49
原杆属 <i>Protohabditis</i>	4, 10, 12, 23, 31, 33, 38, 39, 42, 46
单宫属 <i>Monhystera</i>	4, 24, 37, 38, 41, 42, 44, 45, 48
盆咽属 <i>Panagrolaimus</i>	6, 13, 21, 24, 31, 35, 37, 38, 39
三等齿属 <i>Pelodera</i>	4, 10, 23, 24, 53
丽突属 <i>Acrobeles</i>	22, 35, 37, 39
广杆属 <i>Caenorhabditis</i>	37, 38, 39
中杆属 <i>Mesorhabditis</i>	22, 38
高杯侧属 <i>Amplidelus</i>	4
巴特勒属 <i>Butlerius</i>	18

注：花卉代号与表 1 一致。

Note: Flower codes are the same as Table 1.

头叶属线虫涉及的花卉范围最广, 存在于 9 个花卉基地除铁树以外的其它 55 种花卉根际土壤中; 真头叶属和新小杆属线虫涉及的花卉范围也较广, 分别涉及花卉 38 种和 31 种, 占调查花卉总数的 68% 和 55%。

2.2.2 食真菌线虫及其相关花卉

在甘肃 9 个花卉基地根际土壤中分离出的食真菌线虫只有 5 个属, 约占总调查属数量的 12%, 其中, 真滑刃属和滑刃属线虫涉及的花卉范围较广, 在 7 个花卉基地的多种花卉根际土壤中存在, 涉及花卉 42 种和 36 种, 分别占调查花卉总数的 75% 和 64% (表 4)。

表 4 食真菌线虫及其相关花卉

Table 4 Fungivorous nematodes and related flowers

线虫属 Nematode genera	花卉代号 Code
真滑刃属 <i>Aphelenchus</i>	1, 2, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56
滑刃属 <i>Aphelenchoides</i>	1, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 56
膜皮属 <i>Diptherophora</i>	2, 27, 29, 31, 39, 42
垫咽属 <i>Tylencholaimus</i>	1, 5, 26, 44
异色矛属 <i>Achanadors</i>	43, 53

注: 花卉代号与表 1 一致。

Note: Flower codes are the same as Table 1.

2.2.3 杂食 / 捕食类线虫及其相关花卉

在甘肃不同地域的花卉根际土壤中, 发现杂食 / 捕食类线虫分属于 9 个属, 约占总调查属数量的 21%, 其中孔咽属线虫在甘肃涉及的花卉范围相对较广, 涉及花卉 32 种, 占调查花卉总数的 57%; 真矛线属、大矛属、单齿属线虫次之, 其它各属线虫涉及的花卉种类不广泛 (表 5)。

表 5 杂食 / 捕食类线虫及其相关花卉

Table 5 Predator/omnivora nematodes and related flowers

线虫属 Nematode genera	花卉代号 Code
孔咽属 <i>Aporcelaimus</i>	1, 2, 3, 6, 7, 9, 14, 17, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 55
真矛线属 <i>Eudorylaimus</i>	13, 15, 16, 18, 22, 23, 27, 31, 38, 46, 48, 56
大矛属 <i>Enchodelus</i>	4, 17, 18, 19, 23, 24, 31, 32, 34, 35, 39
矛线属 <i>Dorylaimus</i>	27, 49
长尾滑刃属 <i>Seinura</i>	10, 31, 34, 39, 42
单齿属 <i>Mononchus</i>	4, 18, 24, 29, 37, 38, 39, 43, 54
锉齿属 <i>Mylonchulus</i>	31, 43
等齿属 <i>Miconchus</i>	9, 50
丝尾属 <i>Oxydinus</i>	39

注: 花卉代号与表 1 一致。

Note: Flower codes are the same as Table 1.

2.2.4 植物线虫及其相关花卉

共发现植物线虫 11 个属, 占总调查属数量的 1/4, 其中, 垫刃属和丝尾垫刃属线虫涉及的花卉种类较广泛, 分别涉及花卉 51 种和 42 种, 占调查花卉总数的 91% 和 75%; 短体属、螺旋属和矮化属线虫次之, 分别占调查花卉总数的 50%、36% 和 32% (表 6)。

表 6 植物线虫及其相关花卉

Table 6 Phytophage nematodes and related flowers

线虫属 Nematode genera	花卉代号 Code
垫刃属 <i>Tylenchus</i>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56
丝尾垫刃属 <i>Filenchus</i>	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 56
短体属 <i>Pratylenchus</i>	3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 18, 23, 24, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 51
螺旋属 <i>Helicotylenchus</i>	2, 3, 5, 8, 10, 17, 23, 24, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 49, 50
矮化属 <i>Tylenchorhynchus</i>	1, 3, 13, 14, 18, 19, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 37, 38, 39, 46
针属 <i>Paratylenchus</i>	4, 29, 35, 38, 39, 42
盘旋属 <i>Rotylenchus</i>	4, 7, 25, 33, 40, 51
平滑刃属 <i>Psilenchus</i>	9, 17, 49
茎属 <i>Ditylenchus</i>	35, 39
头垫刃属 <i>Tetylenchus</i>	37
散香属 <i>Boleodons</i>	42

注：花卉代号与表 1 一致。

Note: Flower codes are the same as Table 1.

3 讨论

甘肃省光照充足，干旱少雨，地域辽阔，差异性大，形成多种不同类型的生态环境（王静和冯兆忠，2000），适合多种花卉生长。Porazinska等（1999）曾经报道在频繁农事活动条件下的土壤生态系统中，植物线虫数量占总线虫数量比例为 6% ~ 20%，一般果园土壤生态条件下的植物线虫数量比例为 10%。

目前，国内已有云南（李卫芬等，2005）、福建（陈成金等，1997）、陕西（高建智等，1992）、四川（李笃肇，1994）、安徽（吴慧平和袁兵，1999）等地花卉根际线虫种属调查的相关报道。本研究通过对甘肃主要花卉基地的 56 种花卉根际土壤线虫进行检测，从中发现垫刃属、丝尾垫刃属、短体属、螺旋属、矮化属线虫等有害的植物线虫类群占总调查属数量的 1/4，普遍存在于花卉根际土壤中，涉及的花卉种类较广泛，分别占调查花卉总数的 32% ~ 91%（表 6）。另外，在调查的 56 种花卉中，48% 的花卉根际土壤植物线虫数量占总线虫数量的 21% ~ 86%，超出了 20% 的上限值，表明植物线虫数量对甘肃花卉生产有潜在风险。

造成植物线虫高比例的原因与花卉重复种植有关。一般作物连续种植 3 ~ 5 茬后，则会表现植株矮小、黄化、枯萎等症状。至于花卉的重茬问题，有关研究报道较少。从本研究的结果看，虽然植株病症尚未明显显现，但土壤中的植物线虫数量已经超出阈值（Porazinska et al, 1999），应该引起注意。但是，如此数量的植物线虫是否对花卉造成危害，不仅与其各属的线虫数量有关，也与有益的非植物线虫数量有关（刘奇志等，2006b, 2007）。在一般农事操作的土壤生态系统中，食细菌线虫数量占总线虫数量的 48% ~ 76%（Porazinska et al, 1999）。本研究鉴定出的 43 个属线虫中除植物线虫外，有 32 个属的非植物线虫，近占总调查属数量的 75%。由此看来，虽然目前甘肃花卉根际土壤植物线虫的数量超标，但食细菌线虫的数量在常规范围的上限，表明线虫的营养类群结构处于亚稳定状态。

尽管如此，对花卉基地的土壤健康程度仍不容忽视，可以考虑调查寄主对主要的植物寄生线虫的适生性。Rashid等（1973）报道，高密度的丝状垫刃线虫（垫刃属）、王毛刺线虫（毛刺属）等植物寄生线虫对耕作、轮作以及未来农业经济带来潜在威胁。一些农业发达国家已经进行了作物寄主对植物线虫寄生的适生性研究（Good, 1972; Nusbaum & Ferris, 1973; Cattán & Shilling, 1992; Ferris & Greco, 1992; Weaver et al, 1995）。

References

- Cattan P, Shilling R. 1992. Experimental assessment of different cropping systems including groundnut in W. Africa. *Oleagineux* (Paris), 47: 635 - 644.
- Chen Cheng-jin, Zhang Shuang-hong, Zhang Ren-fa, Ye Xin-min, Liu Kai-liang, Lin Xiao-li. 1997. Investigation on plant nematodes associated with the ornamental plants. *Subtropical Plant Research Communications*, 26 (1): 20 - 24. (in Chinese)
- 陈成金, 章霜红, 张仁发, 叶新民, 刘开亮, 林笑丽. 1997. 花卉根部植物线虫调查. *亚热带植物通讯*, 26 (1): 20 - 24.
- Ferris H, Greco N. 1992. Management strategies for *Heterodera goettingiana* in a vegetable cropping system in Italy. *Fundamental and Applied Biology*, 15: 25 - 33.
- Gao Jian-zhi, Shi Yun-lin, Wang Yun-guo, Ma Jian-hai. 1992. Root-knot nematodes on flowering plants in Guanzhong District, Shaanxi. *Journal of Northwest Forestry*, 7 (1): 10 - 14. (in Chinese)
- 高建智, 石运琳, 王云果, 马建海. 1992. 陕西关中地区花卉植物根结线虫调查. *西北林学院学报*, 7 (1): 10 - 14.
- Goodey J B. 1963. *Soil and freshwater nematodes*. London: Methuen & Co Ltd.
- Good J M. 1972. Management of plant parasitic nematode populations. // *Proceedings of the annual tallahassee timbers conference on ecology. Animal Control by Habitat Management*, Tallahassee, Fla: 109 - 127.
- Li Du-zhao. 1994. List of parasitic nematodes on plants and edible fungi in Sichuan Province, China. *Journal of Southwest Agricultural University*, 16 (1): 1 - 10. (in Chinese)
- 李笃肇. 1994. 四川省植物和食用菌寄生线虫种类名录. *西南农业大学学报*, 16 (1): 1 - 10.
- Li Wei-fen, Huang Xin-dong, Hu Xian-qi, Zheng Jia-ni, Deng Li-hong. 2005. Preliminary investigation on flower parasites nematode in Yunnan. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 20 (2): 196 - 200. (in Chinese)
- 李卫芬, 黄新动, 胡先奇, 郑佳妮, 邓丽红. 2005. 云南花卉寄生线虫初步调查. *云南农业大学学报*, 20 (2): 196 - 200.
- Liu Qi-zhi, Cao Hai-feng, Wang Yu-zhu, Sun Hao-yuan. 2006a. Plant-parasitic nematode suppression by insectivorous nematodes. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 21 (Supplement): 127 - 130. (in Chinese)
- 刘奇志, 曹海锋, 王玉柱, 孙浩元. 2006a. 昆虫线虫对植物线虫的抑制作用. *华北农学报*, 21 (增刊): 127 - 130.
- Liu Qi-zhi, Bian Yong, Xie Wen-wen, Zhou Hai-ying, Yu Liang, Song Yan-li. 2006b. Nematode populations and soil health index in wheat fields of Tianshui in Gansu in China. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 15 (2): 81 - 84. (in Chinese)
- 刘奇志, 边勇, 谢文闻, 周海鹰, 余良, 宋艳丽. 2006b. 甘肃天水麦田土壤线虫种群结构与土壤健康指数初探. *西北农学报*, 15 (2): 81 - 84.
- Liu Qi-zhi, Bian Yong, Zhao Ji-wen, Chong Yan, Lin Wei, Zhao Han-qing. 2007. Inspection on trophic groups and quantity of nematodes carried in by imported com flowers. *Journal of China Agricultural University*, 12 (3): 27 - 31. (in Chinese)
- 刘奇志, 边勇, 赵纪文, 种焱, 林伟, 赵汗青. 2007. 进口球根花卉携入线虫营养类群及数量检测. *中国农业大学学报*, 12 (3): 27 - 31.
- Liu Wei-zhi. 2004. *Description of the species of plant parasitic nematode*. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)
- 刘维志. 2004. *植物线虫志*. 北京: 中国农业出版社.
- Nusbaum C J, Ferris H. 1973. The role of cropping systems in nematode population management. *Annual Review of Phytopathology*, 11: 423 - 440.
- Porazinska D L, Duncan L W, Mcsorley R, Graham J H. 1999. Nematode communities as indicators of status and processes of a soil ecosystem influenced by agricultural management practices. *Applied Soil Ecology*, 13: 69 - 86.
- Rashid A, Khan F A, Khan A M. 1973. Plant parasitic nematodes associated with vegetables, fruits, cereals and other crops in north India. I. Uttar Pradesh. *Indian Journal of Nematology*, 3: 8 - 23.
- Wang Jing, Feng Zhao-zhong. 2000. The status of animal and plant resource and the strategies for sustainable development in Gansu. *Chinese Biodiversity*, 8 (2): 227 - 232. (in Chinese)
- 王静, 冯兆忠. 2000. 甘肃省动植物资源现状及可持续发展对策. *生物多样性*, 8 (2): 227 - 232.
- Weaver D P, Kabana R, Carden E L. 1995. Compassion of crop rotation and fallow for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne* spp. in soybean. *Journal of Nematology*, 27 (Supplement): 585 - 591.
- Wu Hui-ping, Yuan Bing. 1999. Identification of nematode species of potted landscape in Anhui potted landscape Base. *Plant Quarantine*, 13 (3): 16 - 19. (in Chinese)
- 吴慧平, 袁兵. 1999. 安徽盆景基地盆景根际线虫种类鉴定. *植物检疫*, 13 (3): 16 - 19.
- Xie Hui. 2005. *Taxonomy of plant nematode*. Beijing: Higher Education Press. (in Chinese)
- 谢辉. 2005. *植物线虫分类学*. 北京: 高等教育出版社.
- Yeates G W, Bongers T, de Goede R G M, Freckman D W, Georgieva S S. 1993. Feeding habits in soil nematode families and genera—an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25 (3): 315 - 331.
- Yin Wen-ying. 1998. *Pictorial keys to soil animal of China*. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 尹文英. 1998. *中国土壤动物检索图鉴*. 北京: 科学出版社.