



腐烂茎线虫不同群体致病性差异分析

倪春辉¹,李惠霞¹,刘永刚²,韩 变¹,石明明¹,魏雪娟¹,李文豪¹,徐雪芬¹

(1. 甘肃农业大学 植物保护学院/ 甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室,兰州 730070;

2. 甘肃省农业科学院 植物保护研究所,兰州 730070)

摘 要 为明确不同来源腐烂茎线虫致病性差异,采用盆栽试验,对分离自马铃薯(DXP2、HLJP1 和 SXP1)、党参(TCC1)和当归(WYA3 和 HZA3)的 6 个群体进行致病性测定。每个群体分别接种马铃薯、甘薯和党参(500 条/盆,3 个重复),60 d 后统计病情级别和繁殖系数。结果表明,6 个群体均可侵染马铃薯,4 个群体可侵染甘薯,所有群体均未侵染党参。不同群体的致病性存在明显差异,马铃薯线虫群体对甘薯和马铃薯具有较强致病性,党参线虫群体可侵染马铃薯和甘薯,但病情级别和繁殖系数较低。当归线虫群体只侵染马铃薯,且致病性和繁殖系数极低。

关键词 腐烂茎线虫;不同寄主群体;致病性差异;盆栽接种

中图分类号 S435.313⁺.4

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2022)08-1076-08

1945 年,Thorne 对引起马铃薯块茎腐烂的线虫进行了形态特征描述,并将其作为一个单独的种从鳞球茎线虫中分离出来,命名为腐烂茎线虫(*Ditylenchus destructor*)^[1]。该线虫广泛分布于温带地区^[2-3]。在国外,该线虫主要危害马铃薯^[4]。在国内主要危害甘薯^[5]和当归^[6-8],也可危害马铃薯和党参^[9-10]。该线虫可侵染 90~120 种植物,取食 40 个属 70 多种真菌^[11]。不同来源腐烂茎线虫 ITS-rDNA 序列存在差异^[3, 12],国内许多研究表明,不同来源腐烂茎线虫 ITS-rDNA 序列存在 A(L)型与 B(S)型两类^[13-15]。2010 年,Subbotin 等^[16]发现 GenBank 中 70 多个群体间的主要差异出现在 ITS1 区二级结构 H9 螺旋区域,并将上述群体划分为 A-G 7 个基因型。甘肃农业大学线虫实验室发现来自当归和党参的腐烂茎线虫群体与 A-G 基因型在二级结构上存在差异,不能归类为 A-G 基因型,可能存在新基因型(待发表)。

研究表明,不同来源腐烂茎线虫群体致病性存在差异,在不同繁殖材料上的繁殖速率也不相同^[17-21]。王宏宝等^[21]将 A、B 基因型群体接种于

甘薯,发现在感病品种上繁殖量最大的群体偏雌化。了解不同来源腐烂茎线虫的致病性差异,有利于作物的准确选择及轮作制度的制定。本研究拟测定不同群体的致病性,以期明确腐烂茎线虫不同群体间的致病性差异,为该线虫的防治提供有效理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试线虫分离自马铃薯、当归和党参病样,详细信息见表 1。

供试植物马铃薯购自定西市农科院‘新大坪品种’,甘薯购自河南省‘烟薯 25 号’品种,党参为岷县农家品种。

1.2 盆栽种植

参照徐鹏刚^[22]方法,采用 16 cm×17 cm 花盆种植党参,18 cm×12 cm 花盆种植马铃薯,25 cm×30 cm 花盆种植甘薯。所用基质为土壤:腐殖质:沙子=2:2:1(体积比),经高压蒸汽 121 ℃灭菌 2 h 后晾凉备用。将党参苗和马铃薯块茎于 75%酒精中 1 min,用无菌水冲洗 3 遍

收稿日期:2021-06-20 修回日期:2021-09-30

基金项目:国家自然科学基金(31760507);国家重点研发计划子课题(2018YFC1706301);甘肃省现代农业产业体系(中草药)(GARS-ZYC-4)。

第一作者:倪春辉,男,硕士研究生,研究方向为植物病原线虫学。E-mail:2719723977@qq.com

通信作者:李惠霞,女,博士,教授,主要从事植物病原线虫学研究。E-mail:lihx@gsau.edu.cn

后浸入 2.5% NaClO(有效氯含量)溶液中消毒 10 min,最后再冲洗 3 遍;剪除甘薯苗根部(排除须根内线虫的影响),随后浸没在 75%酒精 10 s 后,在 2.5% NaClO(有效氯含量)溶液中处理 3 min,最后用无菌水冲洗 3 遍。将消毒后的种苗及块茎种植于基质中,浇水保湿。党参、甘薯和马铃薯各种植 21 盆(1 株/盆)。

表 1 供试腐烂茎线虫群体信息
Table 1 Population information of *Ditylenchus destructor*

序号 Serial number	线虫编号 Sample numbe	寄主 Host	采集地 Collection sites	基因型 Haplotype
1	DXP2	马铃薯 Potato	甘肃省定西市安定区 Anding District, Dingxi City, Gansu Province	C
2	SXP1	马铃薯 Potato	陕西省靖边县 Jingbian County, Shaanxi Province	C
3	HLJP1	马铃薯 Potato	黑龙江省绥化市 Suihua City, Heilongjiang Province	C
4	TCC1	党参 <i>Radix Codonopsis</i>	甘肃省陇南市宕昌县 Dangchang County, Longnan City, Gansu Province	B
5	HZA3	当归 <i>Angelica</i>	青海省互助县 Huzhu County, Qinghai Province	L
6	WYA3	当归 <i>Angelica</i>	甘肃省定西市渭源县 Wei yuan County, Dingxi City, Gansu Province	H

注:群体 HZA3、WYA3 与 Subbotin 等^[16]报道的分类系统有差异,暂定为 L 和 H 基因型。
Note:The classification system for population HZA3 and WYA3 was different from the classification system reported by Subbotin *et al* , it was tentatively named as L and H^[16].

1.3 线虫接种

线虫悬浮液制备:采用改良贝曼漏斗法分离在茄镰孢培养的腐烂茎线虫,经 200 目和 600 目套筛冲洗真菌孢子后,将线虫移至 1.5 mL 离心管,以 3 000 r/min 离心 2 min 沉淀线虫且定容至 1 mL。漩涡震荡均匀,吸取 100 μ L 线虫悬浮液,在显微镜下重复 3 次统计线虫数量,计算线虫悬浮液浓度。

线虫接种:种苗种植 30 d 后,用移液枪将线虫悬浮液接入植物根系附近,每盆接入大约 500 条各龄期混合线虫。接种 60 d 后,观察线虫危害情况,并采用改良贝曼漏斗法^[23]分离线虫,统计线虫数量:线虫数(条/g)=分离线虫总数/组织质量;线虫繁殖系数=最终线虫总数/接种量(500 条)。

1.4 茎线虫病分级标准

甘薯茎线虫病分级标准参考王宏宝^[24]的方法:0 级:无症状;1 级:发病面积占甘薯块根横切面积的 25%以下;2 级:发病面积占甘薯块根横切面积的 25%~50%(不含);3 级:发病面积占甘薯块根横切面积的 50%~75%(不含);4 级:发病面积占甘薯块根横切面积的 75%及以上。

马铃薯茎线虫病分级标准参考林茂松^[25]的方法:0 级:无症状;1 级:发病面积占马铃薯块茎横切面积的 25%以下;2 级:发病面积占马铃薯块茎横切面积的 25%~50%(不含);3 级:发病面积占马铃薯块茎横切面积的 50%~75%(不含);4

级:发病面积占马铃薯块茎横切面积的 75%及以上。

党参茎线虫病分级标准参考刘学周^[26]当归麻口病分级标准:0 级:无症状;1 级:发病面积占党参表面面积的 1/2 以下;2 级:发病面积占党参表面面积的 1/2~2/3(不含);3 级:发病面积占党参头部表面面积的 2/3;4 级:发病严重,已无完整头部。

1.5 数据统计与分析

用软件 Excel 2016 进行数据统计,使用软件 SPSS 19.0 采用 Duncan's 法对所有数据进行 $P<0.05$ 水平的方差分析。

2 结果与分析

2.1 腐烂茎线虫群体对寄主的致病性

接种腐烂茎线虫 60 d 后,马铃薯、甘薯和党参发病情况见表 2。结果表明,在接种 500 条/盆的情况下,6 个不同来源群体均可侵染马铃薯,4 个群体可以侵染甘薯,但 6 个群体均未侵染党参。马铃薯的 C 型群体 DXP2、SXP1、HLJP1 和党参 B 型群体 TCC1 可以侵染马铃薯和甘薯。

2.2 腐烂茎线虫群体对甘薯的致病性差异和症状特点

4 个腐烂茎线虫群体中马铃薯群体 SXP1 致病力显著大于其他群体(表 3,图 1-B),致病级数达 3.67,线虫数量也显著多于其他群体,繁殖系数为 30.43。其次为 DXP2,致病级数为 3.33,繁

殖系数为 3.50。HLJP1 致病级数为 2.33,繁殖系数为 3.80,其致病力弱于 DXP2,但繁殖系数略大于 DXP2。党参群体 TCC1 致病力和繁殖系数均低于其他群体,致病级数只有 1 级,且繁殖系数只有 0.28,分离数量少于接种数量(500 条/盆)。

接种后各虫态统计结果显示,所有群体的幼虫数量均最多,除群体 TCC1 外,其他群体雌雄比接近 1:1。C 基因型 3 个群体中,HLJP1 与其他群体致病级数具有显著性差异,SXP1 和 DXP2 与 B 基因型群体 TCC1 致病级数具有显著性差异。

表 2 腐烂茎线虫对不同作物侵染情况
Table 2 Infection of *D. destructor* to different crops

线虫群体 (来源) Population(host)	甘薯 Sweet potato	马铃薯 Potato	党参 <i>Codonopsis pilosula</i>
DXP2(马铃薯 Potato)	+	+	—
SXP1(马铃薯 Potato)	+	+	—
HLJP1(马铃薯 Potato)	+	+	—
TCC1(党参 <i>Radix Codonopsis</i>)	+	+	—
HZA3(当归 Angelica)	—	+	—
WYA3(当归 Angelica)	—	+	—

注:“+”表示可以侵染;“—”表示不能侵染。
Note:“+” means it can be infected; “—” means it can’t be infected.

表 3 腐烂茎线虫不同群体对甘薯侵染情况
Table 3 Infection of *D. destructor* from different sources to sweet potato

线虫群体 (来源) Population(host)	每克不同部位线虫数量 Different parts		平均病级数 Disease progression	线虫虫态分布 Age			繁殖系数 Multiple
	薯肉 Meat	薯皮 Skin		雌虫数 Female	雄虫数 Male	幼虫数 Larvae	
SXP1 (马铃薯 Potato)	58.88±13.32 a	39.25±13.46 a	3.67 0.33 a	10.99±3.45 a	9.69±4.12 a	77.45±19.26 a	30.43
DXP2 (马铃薯 Potato)	8.20±3.11 b	4.80±0.53 b	3.33 0.33 ab	4.56±1.62 b	5.78±1.91 ab	7.95±4.40 b	3.50
TCC1 (党参 <i>Radix Codonopsis</i>)	0.53±0.57 b	0.89±0.40 b	1.33 0.33 c	0.31±0.16 b	0.16±0.49 b	1.18±0.32 b	0.28
HLJP1 (马铃薯 Potato)	5.25±1.71 b	3.05±0.34 b	2.33 0.33 bc	0.39±0.23 b	0.35±0.11 b	7.35±1.62 b	3.80

注:数据表示“平均数±标准误”,同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Note:The date are “mean ± standard error”, and different lowercase letters within the same columns indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

甘薯不同部位分离线虫结果显示,腐烂茎线虫主要集中分布于块根。采用削皮器将甘薯块根削皮,分离薯皮和薯肉中的线虫(表 3),发现党参群体 TCC1 在甘薯薯皮中的数量多于薯肉中,其他群体均为薯肉中数量较多。同时,茎、根和土壤中腐烂茎线虫极少,大部分样品未分离到腐烂茎线虫,只有少数样品分离得到 1~5 条线虫。

发病症状观察发现,甘薯地上部、根系和茎基部未见明显症状,块根表皮发现有黑褐色斑点,发病严重时,薯块表皮黑色斑点连接成片。削去表皮,可见黑色表皮下呈现黑褐色和白色相间的干腐症状,有些部位呈糠腐状。切开薯块,可见病斑由表皮向内延伸,发病严重时,薯块中心呈黑褐色和白色相间的干腐状糠心。

2.3 腐烂茎线虫群体对马铃薯的致病性差异分析和症状特点

供试 6 个群体对马铃薯致病力总体较弱。其中群体 DXP2 致病力最强(表 4,图 2-D),致病级数为 2.00,繁殖系数为 2.50,但线虫数量少于 HLJP1。群体 HLJP1 繁殖数量最多,繁殖系数为 4.11,显著高于其他群体。群体 DXP2 和 HLJP1 繁殖数量大于接种数量,其他群体均为分离数量少于接种数量(500 条/盆),且致病级数均小于 2 级,繁殖系数为 0.002~0.59。统计结果显示,所有群体均为幼虫数量最多,雌雄比接近 1:1。C 基因型群体 SXP1、DXP2 和 HLJP1 与 B 基因型群体 TCC1 致病级数无显著性差异,与基因型 L 和 H 具有显著差异。

对马铃薯不同部位线虫统计结果显示,腐烂茎线虫主要集中分布于块茎。削皮后发现马铃薯薯皮和薯肉中线虫数量均比较低,故未分别统计

(表 4)。其中,1 个马铃薯样品分离得到 10 条腐烂茎线虫,大部分样品未分离到线虫。地上部和土壤中均未发现腐烂茎线虫。



A. CK;B. SXP1(马铃薯);C. HLJP1(马铃薯);D. DXP2(马铃薯);E. TCC1(党参)
A. CK;B. SXP1(potato);C. HLJP1(potato);D. DXP2(potato);E. TCC1(*Radix Codonopsis*)

图 1 不同来源腐烂茎线虫感染甘薯症状

Fig. 1 Symptoms of sweet potato infected with *D. destructor* from different sources

表 4 腐烂茎线虫不同群体对马铃薯感染情况

Table 4 Infection of *D. destructor* from different sources to potato

线虫群体 (来源) Population(host)	每克块茎线虫数 Tuber	平均病级数 Disease progression	每克线虫虫态分布 Age			繁殖系数 Multiple
			雌虫数 Female	雄虫数 Male	幼虫数 Larvae	
SXP1 (马铃薯 Potato)	1. 86±0. 35 bc	1. 33 0. 33 ab	0. 13±0. 03 b	0. 12±0. 07 c	1. 61±0. 45 c	0. 59
DXP2 (马铃薯 Potato)	11. 70±1. 83 b	2. 00 0. 58 a	2. 18±0. 66 a	2. 40±0. 87 a	6. 78±0. 97 b	2. 50
HLJP1 (马铃薯 Potato)	24. 04±8. 01 a	1. 33 0. 33 ab	1. 56±0. 49 a	1. 29±0. 97 bc	10. 20±2. 19 a	4. 11
TCC1 (党参 <i>Radix Codonopsis</i>)	0. 02±0. 01 c	0. 33 0. 33 ab	0. 01±0. 01 b	0. 01±0. 01 c	0. 01±0. 01 c	0. 002
WYA3 (当归 <i>Angelica</i>)	0. 04±0. 02 c	0. 67 0. 33 c	0. 01±0. 01 b	0. 01±0. 01 c	0. 02±0. 01 c	0. 01
HZA3 (当归 <i>Angelica</i>)	0. 02±0. 02 c	0. 33 0. 33 c	0. 01±0. 01 b	0 c	0. 01±0. 02 c	0. 002

接种线虫后,马铃薯地上部、根系和茎基部未见明显症状。块茎表皮有黑褐色斑点,表皮薄纸化易剥离,发病部位薯皮出现裂口。将薯块横切,可见病斑由表皮向内延伸,呈现黑色点状病斑,严重时为黑褐色干腐状,薯块中心无明显症状。

2.4 腐烂茎线虫对马铃薯和甘薯的致病性比较

接种 60 d 后,对每个处理的线虫数量对比发现(图 3),SXP1、DXP2、HLJP1 和 TCC1 等 4 个群体对甘薯和马铃薯均具有致病力,HLJP1 在马

铃薯上的繁殖数量大于甘薯,而其他群体在甘薯上的繁殖数量均高于马铃薯。甘薯上 4 个群体繁殖数量依次为 SXP1>HLJP1>DXP2>TCC1;马铃薯上 6 个群体繁殖数量依次为 HLJP1>DXP2>SXP1>WYA3>TCC1>HZA3。结合致病力结果(表 2,表 3)发现,线虫繁殖系数与其致病力大小总体呈正相关,即繁殖系数越大致病力越强。HLJP1 在甘薯上繁殖数略大于 DXP2,但致病力 DXP2 大于 HLJP1。

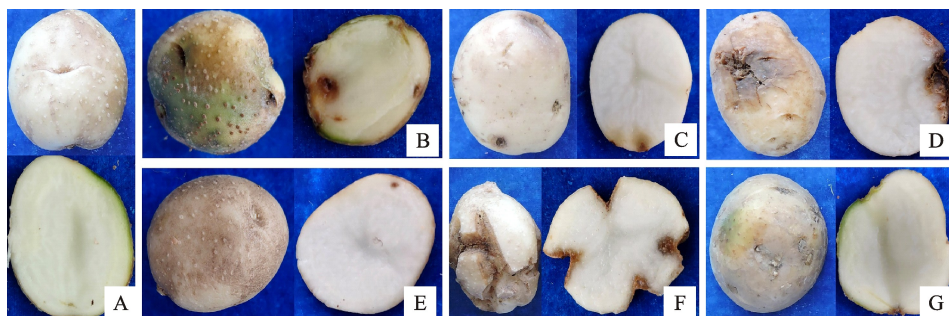
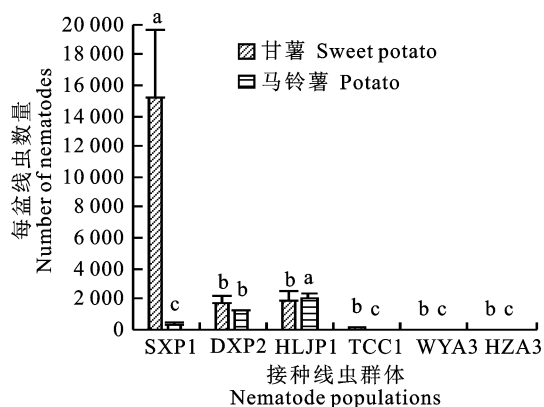


图 2 不同来源腐烂茎线虫侵染马铃薯症状
A. CK; B. SXP1(马铃薯); C. HLJP1(马铃薯); D. DXP2(马铃薯); E. TCC1(党参); F. WYA3(当归); G. HZA3(当归)
A. CK; B. SXP1(potato); C. HLJP1(potato); D. DXP2(potato); E. TCC1 (*Radix Codonopsis*); F. WYA3 (*Angelica*); G. HZA3 (*Angelica*)

图 2 不同来源腐烂茎线虫侵染马铃薯症状

Fig. 2 Symptoms of potato infected with *D. destructor* from different sources



图中柱图为单个盆栽分离线虫总量,不同字母表示均值在 $P<0.05$ 水平上差异显著。SXP1. 马铃薯; HLJP1. 马铃薯; DXP2. 马铃薯; TCC1. 党参; WYA3. 当归; HZA3. 当归

The columns in the figure indicate the total amount of nematodes isolated from a single potted plant. Different letters indicate significant differences of mean value at $P<0.05$. SXP1. potato; HLJP1. potato; DXP2. potato; TCC1. *Radix Codonopsis*; WYA3. *Angelica*; HZA3. *Angelica*

图 3 不同来源茎线虫在甘薯和马铃薯繁殖数量上的对比

Fig. 3 Comparison of number of *D. destructor* isolated from different sources in sweet potato and potato

3 结论与讨论

本研究对不同腐烂茎线虫群体进行致病性测定。结果表明,3 个不同地理来源的马铃薯 C 基因型群体对甘薯和马铃薯均具有较强致病性;党参 B 基因型群体对甘薯致病力较弱,对马铃薯致病力极低;当归 L、H 基因型群也可侵染马铃薯,但致病力较低,所有群体均未能侵染党参。表明不同基因型、寄主来源和地理来源腐烂茎线虫致病性均存在差异。

关于不同来源腐烂茎线虫致病性差异的研究,主要集中于不同地理来源和基因型群体致病性差异分析。王宏宝^[24]发现不同地域的 10 个甘薯腐烂茎线虫群体对于甘薯块根(‘苏薯 9 号’、‘宁薯 9 号’)的致病性,可以划分为 3 个不同强度的致病类群。程云等^[27]发现甘薯线虫群体对于不同品种的花生致病力存在差异,证实在中国甘薯上的腐烂茎线虫可以侵染花生。王宏宝等^[21]发现不同基因类型(A、B 型)群体在甘薯不同品种上雌雄比和繁殖数量存在差异。Macguidwin^[28]发现腐烂茎线虫对蚕豆致病性较强,红三叶和玉米致病性次之,对苜蓿致病性较差,对洋葱无侵染

性。章淑玲^[11]将来源于甘薯的腐烂茎线虫接种于 15 种植物,发现腐烂茎线虫可以侵染甘薯、白萝卜、胡萝卜、马铃薯、大蒜、花生和雍菜,且对甘薯的致病性强于马铃薯。本研究发现不同寄主、地理和基因型来源的 6 个腐烂茎线虫群体,对甘薯和马铃薯的致病性存在差异,甘薯为腐烂茎线虫良好寄主,马铃薯为中等寄主,此结果与其他相关报道相近。

Ni 等^[10]首次发现腐烂茎线虫可以侵染党参,田间调查发现该病发生较轻,盆栽接种 5 000 条/盆时,该线虫可以侵染党参。本研究中接种 500 条/盆时,所有群体均未侵染党参,推测可能和党参品种、接种数量有关,或者党参不是腐烂茎线虫的良好寄主。

腐烂茎线虫种内分化严重,其致病性^[11]、生物学特性^[21]和抗性^[29]等方面均存在差异。本研究发现,来源于党参、当归和马铃薯的 4 类基因型腐烂茎线虫群体致病性存在分化,对甘薯具有较强致病性,对马铃薯和党参侵染力较低,由于条件限制,尚未测定对当归的致病性。甘肃省是马铃薯和中药材种植大省,每年有大量马铃薯种薯和药材种苗销往各地,这将有利于腐烂茎线虫的传播蔓延,故应该加强腐烂茎线虫的检疫措施,降低该线虫传播和危害的风险。

参考文献 Reference:

- [1] 刘先宝,葛建军,谭志琼,等. 马铃薯腐烂茎线虫在国内危害马铃薯的首次报道[J]. 植物保护, 2006, 32(6): 157-158.
LIU X B, GE J J, TAN ZH Q, *et al.* The first report of potato rotten stem nematode harming potato in China[J]. *Plant Protection*, 2006, 32(6): 157-158.
- [2] 谢 辉. 植物线虫分类学[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
XIE H. Taxonomy of Plant Nematodes [M]. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2005.
- [3] 赵洪海,梁 晨,张 浴. 腐烂茎线虫(*Ditylenchus destructor* Thorne, 1945) 生物学研究进展[J]. 生物技术通报, 2021, 37(7): 46-56.
ZHANG H H, LIANG CH, ZHANG Y, *et al.* Research advances of biology in *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 [J]. *Biotechnology Bulletin*, 2021, 37(7): 46-56.
- [4] 冯志新. 植物线虫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
FENG ZH X. Plant Nematology[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2011.
- [5] 段玉玺. 植物线虫学[M]. 科学出版社, 2011.
DUAN Y X. Plant Nematology[M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [6] 王玉娟,盛秀兰,孙 政,等. 当归麻口病的研究[J]. 植物病理学报, 1990, 20(1): 13-19.
WANG Y J, SHENG X L, SUN ZH, *et al.* On the causal nematode of Angelica "makoubing" disease and its control [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 1990, 20(1): 13-19.
- [7] 陈品三,郑经武. 当归麻口病中致病茎线虫的鉴定研究[J]. 植物保护, 1988, 14(6): 12-14.
CHEN P S, ZHENG J W. Identification of pathogenic stem nematodes in angelica makou disease[J]. *Plant Protection*, 1988, 14(6): 12-14.
- [8] 盛秀兰,王玉娟,金秀琳. 当归麻口病中茎线虫和镰刀菌关系初步研究[J]. 甘肃农业科技, 1990(11): 27-28.
SHENG X L, WANG Y J, JING X L. Stem nematode and fusarium in angelica Makou disease relationship preliminary study[J]. *Gansu Agricultural Science and Technology*, 1990(11): 27-28.
- [9] 李惠霞,徐鹏刚,李健荣,等. 甘肃定西地区马铃薯线虫病病原的分离鉴定[J]. 植物保护学报, 2016, 43(4): 580-587.
LI H X, XU P G, LI J R, *et al.* Identification of the pathogenic nematodes from potatoes in Dingxi of Gansu Province [J]. *Journal of Plant Protection*, 2016, 43(4): 580-587.
- [10] NI CH H, ZHANG SH L, LI H X, *et al.* First report of potato rot nematode, *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 infecting *Codonopsis pilosula* in Gansu province, China [J]. *Journal of Nematology*, 2020, 52: 1-2.
- [11] 章淑玲. 甘薯线虫病及线虫种类鉴定[D]. 福建福州: 福建农林大学, 2005.
ZHANG SH L. Disease and species identification of sweet potato nematode [D]. Fuzhou Fujian: Fujian Agriculture and Forestry University, 2005.
- [12] 左 静. 腐烂茎线虫中国种群的寄生与致病性研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2008.
ZUO J. Studies on the parasitism and pathogenicity of the Chinese population of *Ditylenchus destructor* [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2008.
- [13] 王金成,季 镭,黄国明,等. 腐烂茎线虫不同地理种群 ITS 区序列比对及系统发育[J]. 河北农业大学学报, 2007, 30(5): 79-83.
WANG J CH, JI L, HUANG G M, *et al.* Alignments of rDNA-ITS sequences and phylogeny of different geo-populations of *Ditylenchus destructor* in China[J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2007, 30(5): 79-83.
- [14] 宛 菲,彭德良,杨玉文,等. 马铃薯腐烂茎线虫特异性分子检测技术研究[J]. 植物病理学报, 2008, 38(3): 263-270.
WAN F, PENG D L, YANG Y W, *et al.* Species specific molecular diagnosis of *Ditylenchus destructor* populations occurring in China [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2008, 38(3): 263-270.
- [15] 章淑玲,张绍升. 甘薯茎线虫 rDNA-ITS1 区的 PCR 扩增与序列分析[J]. 植物病理学报, 2008, 38(2): 132-135.
ZHANG SH L, ZHANG SH SH. PCR and sequence ana-

- lyse of rDNA-ITS1 region of sweet potato stem nematode [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2008, 38(2): 132-135.
- [16] SUBBOTIN S A, DSIMI A M, ZHENG J W, *et al.* Length variation and repetitive sequences of Internal Transcribed Spacer of ribosomal RNA gene, diagnostics and relationships of populations of potato rot nematode, *Ditylenchus destructor* Thorne, 1945 (Tylenchida : Anguinidae) [J]. *Nematology*, 2011, 13(7): 773-785.
- [17] 王宏宝, 梁照文, 李 茹. 一种纯化培养甘薯腐烂茎线虫的方法: CN102318585A [P]. 2012.
- WANG H B, LIANG ZH W, LI R. A method for purification and culture of nematode nematodes from sweet potato: CN102318585A [P]. 2012.
- [18] 杨艺炜, 常 青, 刘 晨, 等. 我国腐烂茎线虫基因型及效应基因研究进展[J]. *陕西农业科学*, 2020, 66(3): 87-90.
- YANG Y W, CHANG Q, LIU CH, *et al.* Advance of *Ditylenchus destructor* genotype and its effect gene in China [J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2020, 66(3): 87-90.
- [19] 王宏宝, 李 茹, 魏利辉, 等. 腐烂茎线虫种群分化现状研究[J]. *江西农业学报*, 2011, 23(1): 110-112.
- WANG H B, LI R, WEI L H, *et al.* Current situation of population differentiation of *Ditylenchus destructor* [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2011, 23(1): 110-112.
- [20] 王宏宝, 刘伟中, 郭小山, 等. 腐烂茎线虫对马铃薯块茎危害症状及其线虫分布研究[J]. *长江大学学报(自科版)*, 2013, 10(35): 1-4.
- WANG H B, LIU W ZH, GUO X SH, *et al.* Research on distribution of *Ditylenchus destructor* and damage symptoms on potato tuber [J]. *Journal of Yangtze University (National Science Edition)*, 2013, 10(35): 1-4.
- [21] 王宏宝, 李 茹, 付佑胜, 等. 不同基因型腐烂茎线虫侵染不同甘薯品种后生物学特性研究[J]. *西南农业学报*, 2017, 30(1): 93-98.
- WANG H B, LI R, FU Y SH, *et al.* Study on biological characteristics of different genotypes *Ditylenchus destructor* infected on different sweet potato varieties [J]. *South-west China Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 30(1): 93-98.
- [22] 徐鹏刚. 甘肃定西马铃薯腐烂茎线虫的发生、病原学研究及品种抗性评价[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016.
- XU P G. Occurrence, etiology of *Ditylenchus destructor* and evaluation of cultivar resistance in Dingxi of Gansu [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2016.
- [23] 沈培垠, 李红梅, 徐建华. 进出口检疫发现的茎线虫及其致病性的研究[J]. *中国农业大学学报*, 1998(S1): 88-92.
- SHEN P G, LI H M, XU J H. Identification of stem nematodes from import and export plant and studies on their pathogenicities [J]. *Journal of China Agricultural University*, 1998(S1): 88-92.
- [24] 王宏宝. 腐烂茎线虫不同群体同工酶表型与生物学特性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- WANG H B. Research on isozyme phenotypes and biological characteristic of *Ditylenchus destructor* [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009.
- [25] 林茂松. 室内人工接种测定甘薯品种对马铃薯腐烂线虫的抗性[J]. *南京农业大学学报*, 1989(3): 44-47.
- LIN M S. Testing the resistance of sweet potato varieties to potato-rot nematode by artificial inoculation [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 1989(3): 44-47.
- [26] 刘学周. 当归成药期生长发育规律及质量控制技术研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2006.
- LIU X ZH. Studies on rhythm of growth and development and quality control techniques of *Angelica sinensis* at medicinal value formative period [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2006.
- [27] 程 云, 张绍升. 腐烂茎线虫对花生的致病性[J]. *福建农林大学学报(自然科学版)*, 2007(5): 454-457.
- CHENG Y, ZHANG SH SH. Pathogenicity of sweet potato stem nematode to peanut [J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 2007(5): 454-457.
- [28] MACGUIDWIN A E. Suitability of alfalfa, corn, oat, red clover, and snapbean as hosts for the potato rot nematode, *Ditylenchus destructor* [J]. *Plant Disease*, 1991, 75(1): 37.
- [29] 丁 中, 彭德良, 高必达. 不同地理种群甘薯茎线虫乙酰胆碱酯酶对抑制剂的敏感性[J]. *植物保护学报*, 2007, 34(4): 410-414.
- DING ZH, PENG D L, GAO B D. Susceptibility of acetylcholinesterase of different populations of *Ditylenchus destructor* to inhibitors [J]. *Journal of Plant Protection*, 2007, 34(4): 410-414.

Analysis of Pathogenicity Differences in Different *Ditylenchus destructor* Populations

NI Chunhui¹, LI Huixia¹, LIU Yonggang², HAN Bian¹,
SHI Mingming¹, WEI Xuejuan¹, LI Wenhao¹ and XU Xuefen¹

(1. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University/Biocontrol Engineering Laboratory of Crop Diseases and Pests of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730070 China; 2. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070 China)

Abstract In order to clarify pathogenicity difference of different *Ditylenchus destructor* populations, a pathogenicity experiment on six populations of *Ditylenchus destructor*, including DXP2, HLJP1 and SXP1 from potatoes, TCC1 from *Radix Codonopsis*, WYA3 and HZA3 from angelica, were conducted by pot experiment. Potato, sweet potato and *Radix Codonopsis* were inoculated with each nematode population (500 nematodes/pot, three replications), and disease grades and reproduction coefficients were calculated after 60 d. The results showed that potato was infected with all of six populations, the sweet potato was infected with four populations and *Radix Codonopsis* was not infected with any population. And the pathogenicities were distinctly different. Nematode populations from potato showed higher pathogenicity in sweet potato and potato. The population from *Radix Codonopsis* could infect both potato and sweet potato with low disease grades and reproduction coefficients. So the populations from angelica can only infect potato with a very low disease grade and reproduction coefficient.

Key words *Ditylenchus destructor*; Different host groups; Pathogenicity differences; Pot inoculation

Received 2020-06-20

Returned 2021-09-30

Foundation item The National Natural Science Foundation of China(No. 31760507); National Key Research and Development Program of China(No. 2018YFC1706301); Modern Agricultural Industry System (Chinese Herbal Medicine) of Gansu Province(No. GARS-ZYC-4).

First author NI Chunhui, male, master student. Research area: plant nematology. E-mail: 2719723977@qq.com

Corresponding author LI Huixia, female, Ph. D, professor. Research area: plant nematology. E-mail: lihx@gsau.edu.cn

(责任编辑:潘学燕 Responsible editor: PAN Xueyan)



《西北农业学报》微信公众平台栏目介绍

溯本探源:发布本刊及他刊论文背后的故事,深层次解读论文的研究背景和研究过程。亦可发布就农业科研或生产上的疑难问题,透过表象探寻本源的过程,以便更好地服务读者和作者。

院士之声:发布农业和生物学领域的院士关于行业发展、存在问题、未来的研究方向等方面的讲话,为青年科研人员提供选题思路和线索,发挥传帮带的作用。

科学普及:发布农学、林学、植(森)保、园艺、土壤化学、畜牧、兽医等方面的科普性文章,力求生动趣味,浅显易懂,服务大众,服务社会。

(大师风采)学者风采:发布涉农领域专家学者的治学轶事或教书育人的事迹。

区域特色:发布西北五省(区)乃至国内其他地区及国外各具特色动植物资源、农业生态环境、耕作技术、农产品及加工、涉农风土人情等方面的知识。

丝路农业:发表“一带一路”沿线国家农业合作的前景、成功范例、存在问题及解决相关问题的技术方案等方面的文章,助力“一带一路”农业合作迈向更大范围、更高水平、更深层次。

名作点评:对国内和国外涉农顶级期刊发表的最新科研论文进行解读和点评,为年轻科研人员提供借鉴,促进学术繁荣和学术交流。

农史荟萃:刊登农史知识及农业考古信息,拓展读者的知识面。

创新思维:发布有关生物科学和农业科学研究上的新观点、新思路、学术商榷、假说等文章,只求逻辑自洽,不求完整的试验验证。

采编撷语:发布科技期刊从业者在论文编校及出版发行工作中的感悟、发现及对编辑实务的探索性文章。

本刊微信公众平台愿做农业科研工作者与广大手机用户之间交流与联系的纽带,旨在实现科研工作者用大众化的语言讲述专业故事的构想。恳请各位专家学人惠赐佳作,稿件一经审核通过,不收取任何费用,并按有关规定支付稿酬。来稿请投西北农业学报官方网站 <http://xbnyxb.alljournals.cn/ch/index.aspx> 或 1330659401@qq.com,并注明微信公众平台稿件。