

黑河地区大豆胞囊线虫群体密度及生理小种分布研究

张武, 项鹏, 杨树, 李艳杰, 李宝华, 吴俊彦

(黑龙江省农业科学院黑河分院/黑龙江省黑河有害生物野外科学观测研究站, 黑龙江 黑河 164300)

摘要:大豆胞囊线虫病在黑河地区普遍发生, 为明确黑河地区大豆胞囊线虫群体分布及生理小种的变化, 分别在 2010 年和 2019 年对黑河地区开展大豆胞囊线虫种群的监测工作。结果表明: 该病在黑河地区均有分布, 在两次监测过程中发现土壤中胞囊密度有下降的现象。3 号生理小种目前是黑河地区的优势小种, 在 2010 年的调查中在五大连池市双泉镇、孙吴县腰屯乡发现有 6 号生理小种。2019 年调查中发现各采样点大豆胞囊线虫病均为 3 号生理小种, 未检出 6 号生理小种。

关键词:大豆; 大豆胞囊线虫; 种群密度; 生理小种

中图分类号: S435.651

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2024)01-0070-05

Population Distribution and Pathogenicity Differentiation of Soybean Cyst Nematode in Heihe Area

ZHANG Wu, XIANG Peng, YANG Shu, LI Yanjie, LI Baohua, WU Junyan

(Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences/Heihe Harmful Organisms Observation and Research Station of Heilongjiang Province, Heihe 164300, China)

Abstract: Soybean cyst nematode (SCN) disease, caused by *Heterodera glycines*, occurs widely in the Heihe area. In order to clarify the changes of population distribution and physiological races of SCN in Heihe area, we monitored SCN race in Heihe area in 2010 and 2019 respectively. The results showed that: Soybean cyst nematode disease is widely distributed in Heihe area. In the two monitoring, the cysts numbers of SCN decreased. The pathogenicity differentiation of SCN wasn't significant change, identification of races were the race 3. In 2010, race 6 was found in Shuangquan town of Wudalianchi city and Yaotun town of Sunwu County. The survey in 2019 found that the soybean cystic nematode disease was SCN 3, and SCN 6 was not found.

Key words: Soybean; Soybean cyst nematode(SCN); Population density; Race

大豆胞囊线虫病(Soybean cyst nematode)是全球大豆生产中最严重的土传病害之一^[1]。大豆胞囊线虫病一般可以造成大豆减产 5%~10%, 发生严重地块大豆胞囊线虫造成减产 30% 以上, 直至绝产^[2-3]。该病在大豆主要生产国均有报道, 2005 年大豆胞囊线虫病在美国 28 个主要大豆生产州造成 10 亿美元左右的损失^[4]。截至 2015 年, 我国有 23 个省(市/自治区)相继发生并报道, 在

我国大豆产区均有危害报道且在大豆连作区危害严重, 每年危害面积达 267 万 hm^2 以上^[5-8]。在东北三省大豆田主要病害中, 大豆胞囊线虫病已成为仅次于大豆根腐病的一种苗期病害^[9]。

大豆胞囊线虫是专性寄生物, Ross 和 Brim 最早注意到大豆胞囊线虫存在生理分化现象, Ross 最早对美国北卡罗纳州和田纳西州大豆胞囊线虫生理分化现象进行报道^[10]。Golden、Riggs 等利用大豆胞囊线虫在不同遗传背景的寄主上表现出的致病力不同, 建立了以 Lee68 为对照品种, Pickett、Peking、PI88788、PI90763 四个大豆品种作为区别大豆胞囊线虫生理小种分化的鉴别寄主^[11-12]。目前, 世界上大豆胞囊线虫生理小种除 11 号和 13 号生理小种未见发现外, 其他 14 个生理小种已被发现并报道。在已报道的生理小种

收稿日期: 2022-02-28

基金项目: 黑龙江“揭榜挂帅”科技攻关项目(2021ZXJ05B011); 黑龙江省农业科学院农业科技创新跨越工程项目(HNK2019CX14); 黑龙江省自然科学基金联合引导项目(LH2020C075)

作者简介: 张武(1983-), 男, 副研究员, 硕士, 从事植物保护研究工作。

中,16号生理小种仅被报道过一次^[13]。目前,我国共有1~7号、9号和14号9个生理小种,其中以1、3、4号生理小种分布最广,黑龙江省以3号生理小种为优势生理小种,但在安达地区发现有4号和14号生理小种^[8,14]。黑河地区大豆胞囊线虫生理小种以3号生理小种为优势小种,但在德都和孙吴县发现有6号生理小种^[5,15]。

近年来,黑河地区大豆播种面积和产量均居黑龙江省首位,播种面积稳定在4.27万hm²^[16]。但随着玉米面积的北扩,该区域种植结构已由单一大豆型向大豆、玉米组合型转变。因此,大豆胞囊线虫的种群密度和生理小种分布可能发生了变迁,因此,本研究利用前期收集和鉴定的数据对本区域内大豆胞囊线虫的变化进行对比,为指导黑河地区大豆种植和合理轮作提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 鉴别寄主

寄主品种采用Riggs等^[12]使用的一套鉴别寄主: Pickett、Peking、PI88788、PI90763和Lee68,其中Lee68为感病对照品种。大豆种子由黑龙江省农业科学院黑河分院植物保护研究室保存并提供。

1.1.2 土样的来源

本课题组分别于2010年和2019年两次从黑河地区的爱辉区、嫩江市、北安市、五大连池市、逊克县和孙吴县等地进行土壤采集。秋季大豆收获前选择当年连片种植的大豆田,采用5点取样法,每点在去除表土后取大豆根系周围的土壤500g,将五点混合后取2.5kg,作为该地供试土样。

1.2 方 法

1.2.1 胞囊计数

测定采用淘洗过筛法,将采集到的土样充分混匀后,取100g,加入清水充分淘洗,将上层漂浮物和悬浮液倒入20目和80目的套筛,重复3次;用清水充分淋洗80目筛网上的残余物,并过滤至80目的筛网上。在体式解剖镜下统计胞囊数量,并计算每份土样中100g干土中胞囊的数量^[8]。

1.2.2 大豆胞囊线虫生理小种的鉴定

采用淘洗过筛法(方法同上),将当年土样中的新鲜胞囊进行分离和收集,在体式解剖镜下挑取饱满的胞囊并用玻璃棒在培养皿中压破,在烧杯中稀释并定容,使卵(2龄幼虫)的密度达到1×

10⁶个/L的卵悬液。

将鉴别寄主大豆种子经表面消毒后,在黑暗条件下催芽。待子叶出土后选择长势一致的鉴别寄主移植于直径5cm,高13cm的塑料柱内,每个塑料柱内加入灭菌土(土壤:沙子=1:3)。每个塑料柱内播种一株,每个鉴别寄主3次重复,将10个塑料柱装入一盆,盆内用灭菌沙填满缝隙。每个塑料柱内接种2mL的卵悬液,置于25~29℃的人工气候箱内,保持土壤湿润,每天浇水一次,正常管理。

接种30~35d后,待对照品种Lee68上着生大量白色胞囊时,剪去植株地上部,拆开塑料柱体,在保证根系完整的前提下充分冲洗大豆根部并对根部着生胞囊量进行统计、计算寄生指数,并根据Riggs等生理小种划分标准鉴定生理小种^[11~12]。计算根上形成的胞囊数量,计算每个鉴别寄主的平均FI值,FI≥10表示为“+”;FI<10表示为“-”。

雌虫指数(FI)= $\frac{\text{鉴别品种根上胞囊数量}}{\text{Lee68根上的胞囊数量}} \times 100$

2 结果与分 析

2.1 大豆胞囊线虫的发生分布与种群密度

在对黑河市辖区的15个乡镇的胞囊密度进行采样并测定土壤中大豆胞囊线虫的密度。研究结果显示(表1),在2010年和2019年的两次测定

表1 2010年、2019年黑河市大豆胞囊线虫种群密度

市/县	乡/镇	胞囊密度/个·100g ⁻¹ (风干土)	
		2010年	2019年
爱辉区	西岗子镇	74.5	3.6
	黑河分院试验地	60.0	25.4
	瑷珲镇	77.5	22.6
嫩江市	科洛镇	123.0	21.8
	海江县	80.5	42.0
五大连池风景区	尾山农场	97.0	1.3
	五大连池农场	109.0	51.3
五大连池市	双泉镇	162.0	12.9
	新发镇	199.5	2.6
北安市	赵光镇	34.5	5.3
	二井镇	154.5	10.5
孙吴县	西兴乡	85.5	68.1
	腰屯乡	87.0	37.4
逊克县	干岔子乡	175.5	82.2
	奇克镇	31.5	26.1
平均		103.4	27.5

注:胞囊数量取3次平均值,并保留1位小数

中,大豆胞囊线虫的检出率达 100%。2019 年与 2010 年各采样点胞囊密度调查结果表明各乡镇和农场的胞囊数量均出现下降的现象。在 2010 年检测中每百克风干土中胞囊数量最多的为五大连池市新发镇,为 199.5 个,最少的为逊克县奇克镇,为 31.5 个。2019 年检测中每百克风干土中胞囊数量最多的为逊克县干岔子乡,为 82.2 个,最少的为五大连池市尾山农场,为 1.3 个。

2.2 大豆胞囊线虫生理小种鉴定

采用国际通用的生理小种鉴定方法,2010 年采集的土壤样品中发现黑河地区主要以 3 号生理小种为主,3 号小种群体为 13 个,出现频率为 86.7%;在五大连池市双泉镇、孙吴县腰屯乡发现有 6 号生理小种(表 2)。

2019 年采集的土壤样品中发现黑河地区的各个采样点均为 3 号生理小种,未见 6 号生理小种(见表 3)。

表 2 2010 年黑河地区大豆胞囊线虫生理小种鉴定结果

采样地点	Pickett			Peking			PI88788			PI90763			Lee68	生理小种类型
	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	
爱辉区西岗子镇	8.5	8.0	-	2.1	2.0	-	0	0	-	0	0	-	106.3	3
爱辉区黑河分院试验地	1.5	1.0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	149.5	3
爱辉区瑷珲镇	15.3	6.2	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	248.6	3
嫩江市科洛镇	3.5	1.5	-	0	0	-	0	0	-	1.3	0.6	-	232.5	3
嫩江市海江县	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	172.8	3
五大连池风景区尾山农场	1.8	0.7	-	1.5	0.6	-	2.5	1.0	-	0	0	-	250.5	3
五大连池风景区五大连池农场	2.5	0.7	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	340.0	3
五大连池市双泉镇	39.3	18.1	+	1.5	0.7	-	0	0	-	0	0	-	217.3	6
五大连池市新发镇	1.6	0.7	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	231.0	3
北安市赵光镇	0	0	-	2.5	1.6	-	0	0	-	0	0	-	155.8	3
北安市二井镇	10.3	4.7	-	0	0	-	0	0	-	1.5	0.7	-	217.1	3
孙吴县西兴乡	8.5	5.5	-	1.3	0.8	-	0	0	-	0	0	-	155.8	3
孙吴县腰屯乡	24.3	12.6	+	0	0	-	1.3	0.7	-	0	0	-	192.3	6
逊克县干岔子乡	3.0	2.3	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	128.0	3
逊克县奇克镇	0	0	-	1.6	0.6	-	0	0	-	0	0	-	274.5	3

注:“+”为 FI≥10;“-”为 FI<10,下同

表 3 2019 年黑河地区大豆胞囊线虫生理小种鉴定结果

采样地点	Pickett			Peking			PI88788			PI90763			Lee68	生理小种类型
	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数(FI)	反应	胞囊平均数	
爱辉区西岗子镇	6.5	4.1	-	1.5	1.0	-	0	0	-	0	0	-	156.7	3
爱辉区黑河分院试验地	8.7	8.1	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	107.2	3
爱辉区瑷珲镇	7.3	6.3	-	0.5	0.4	-	0	0	-	0	0	-	116.5	3
嫩江市科洛镇	5.5	5.6	-	4.5	4.6	-	0	0	-	0	0	-	98.5	3

续表 3

采样地点	Pickett			Peking			PI88788			PI90763			Lee68	生理小种类型
	胞囊平均数	雌虫指数 (FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数 (FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数 (FI)	反应	胞囊平均数	雌虫指数 (FI)	反应	胞囊平均数	
嫩江市海江县	15.3	6.1	-	5.0	2.0	-	12.2	4.8	-	0	0	-	252.3	3
五大连池风景区 尾山农场	10.1	9.4	-	5.1	4.8	-	0	0	-	1.5	1.4	-	107.2	3
五大连池风景区 五大连池农场	5.5	3.7	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	147.2	3
五大连池市 双泉镇	8.7	3.7	-	10.5	4.5	-	0	0	-	0	0	-	234.8	3
五大连池市 新发镇	9.8	5.3	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	183.5	3
北安市赵光镇	11.5	8.1	-	8.0	5.6	-	0	0	-	0	0	-	142.0	3
北安市二井镇	13.0	6.3	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	208.0	3
孙吴县西兴乡	10.5	7.4	-	1.0	0.7	-	0	0	-	0	0	-	142.5	3
孙吴县腰屯乡	5.2	3.4	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	152.5	3
逊克县干岔子乡	10.5	5.6	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-	187.5	3
逊克县奇克镇	6.6	3.4	-	1.0	0.5	-	1.0	0.5	-	0	0	-	195.5	3

3 讨 论

3.1 大豆胞囊线虫密度测定

黑龙江省是我国大豆主产区,其中黑河地区大豆播种面积和产量连续多年在黑龙江省位居首位。我国学者对全国多个大豆产区土样进行胞囊密度测定和生理小种鉴定,证明黑河地区的土壤样品中发现有大豆胞囊线虫的危害,且胞囊检出率较高^[1,8]。本试验结果表明,在黑河地区大豆胞囊线虫普遍分布,但在2010年和2019年的两次监测中数量存在较大差异。大豆胞囊密度可以作为大豆胞囊线虫病的发病指标,在相同条件下胞囊密度较高地区,病害更易发生,在密度较低地区,不易严重发生^[17]。同时大豆胞囊线虫的密度受土壤温度、土壤含水量、土壤类型、pH值和作物分泌物及土壤淋溶液的影响^[18]。陈立杰等^[19]研究表明,轮作可以减少大豆胞囊线虫的相对丰度,减少土壤中胞囊线虫的积累。黑河地区在2010年至2019年间大豆种植面积几经更迭,两次调查期

间,大豆、玉米轮作,玉米连作的面积呈上升趋势,该地区种植结构已由单一大豆型转变为大豆、玉米混合型,玉米和大豆的轮作可能是大豆胞囊线虫种群密度降低的主要因素之一。

3.2 大豆胞囊线虫生理小种的测定

本研究在2010年调查中发现黑河地区主要以3号生理小种为主,在五大连池市的双泉镇和孙吴县的腰屯乡发现有6号生理小种。刘汉起等在对黑河市65个市(县)的研究中在黑河地区的德都县(五大连池市)发现6号生理小种^[5]。本研究结果与之一致,但范围有所扩大。2019年调查中发现全部为3号生理小种,未见6号生理小种。主要由于两次采样时间相隔近10年,田间环境条件出现变化,优势小种也会随之改变。练云等^[20]指出,除轮作和种植结构对大豆胞囊线虫群体结构有一定影响外,作物育种周期是十年,育种目标和育成品种的调整会对胞囊线虫的生存产生选择压力,对抗性品种敏感的小种类型逐渐淘汰。同时,于维等^[21]研究表明,目前我国抗大豆胞囊线

虫病育种方面没有引起足够的重视,且抗线品种较少。因此,在黑河地区由于种植抗线品种引起大豆胞囊线虫密度降低的作用较低。虽然在2010年和2019年的两次土样采集过程中都采用经纬度对采样地块进行了标注,但是由于两次土样采集过程间隔近10年,在2019年的采集过程中部分地块当季种植作物为玉米,不符合采样要求,因此采样点改为对应点位周边的大豆田进行采样,也会对试验结果产生一定的影响。因此,根据当前黑河地区种植结构的改变而引起的大豆胞囊线虫不同种群的分布改变及前茬非寄主植物种植年限对大豆胞囊线虫生理小种的改变有待进一步研究。

4 结 论

在2010年和2019年两次对黑河地区大豆胞囊线虫的调查中各地土样中胞囊的检出率为100%,但黑河地区每100 g风干土中的胞囊数量已由2010年的103.4个降低到2019年的27.5个。大豆胞囊线虫仍然以3号生理小种为优势小种,虽然2010年的调查中发现孙吴县腰屯乡、五大连池市双泉镇发现6号生理小种,但2019年调查未检出6号生理小种。因此,根据2010年和2019年检测结果黑河地区大豆抗胞囊线虫育种目标应以抗3号生理小种为主。

参考文献:

- [1] 孙玉秋,许艳丽,李春杰,等.黑龙江省大豆胞囊线虫种群分布和卵密度研究[J].大豆科学,2011,30(2):250-253.
- [2] 刘维志.植物病原线虫学[M].北京:中国农业出版社,2000:281-293.
- [3] 阮维斌,王敬国,张福锁.根际微生态系统中的大豆胞囊线虫[J].植物病理学报,2002(3):200-205.
- [4] Wei M H, Noah S, Deepak H, et al. Mycobiome of Cysts of the Soybean Cyst Nematode Under Long Term Crop Rotation[J]. Frontiers in Microbiology, 2018(9): 1-19.
- [5] 刘汉起,商绍刚,霍虹,等.黑龙江省大豆胞囊线虫病发生危害及其研究现状[J].大豆科学,1987,6(2):141-148.
- [6] 吴海燕,远方,陈立杰,等.大豆胞囊线虫病与大豆胞囊线虫机制的研究[J].大豆科学,2001,20(4):285-289.
- [7] 陈品三,齐军山,王寿华,等.我国大豆胞囊线虫生理分化动态的鉴定和监测研究[J].植物病理学报,2001,14(4):336-341.
- [8] 宋美静,朱晓峰,王东,等.我国大豆主产区大豆胞囊线虫群体分布及致病性分化研究[J].大豆科学,2016,35(4):630-636.
- [9] 李沐慧,王媛媛,陈井生,等.2015年东北地区大豆田病害种类与危害程度调查研究[J].大豆科学,2016,35(4):643-648.
- [10] Ross J P. Crop rotation effects on soybean cyst nematode population and soybean yields[J]. Phytopathology, 1962, 52(8):815-818.
- [11] Golden A M, Epps J M, Riggs R, et al. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) [J]. Plant Disease Reporter, 1970,54(7): 544-546.
- [12] Riggs R D, Schmitt P. Complete characterization of the race scheme for *Heterodera glycines*[J]. Journal of Nematology, 1988, 20(3): 392-395.
- [13] 许艳丽,王丽芳,战丽莉.大豆胞囊线虫病研究进展(续三)[J].大豆科技,2010(3):18-20.
- [14] 杨柳,田中艳,周长军,等.大庆、安达地区大豆胞囊线虫病生理小种鉴定[J].吉林农业科学,2015,40(6):76-79.
- [15] 项鹏.黑河地区大豆胞囊线虫病研究现状[J].黑龙江农业科学,2020(8):113-115.
- [16] 张武,何冰,项鹏,等.黑龙江省黑河地区大豆生产比较优势分析[J].黑龙江农业科学,2020(7):110-112.
- [17] 刘大伟,马朝旺,段玉玺.辽宁省大豆胞囊线虫病发生分布研究[J].吉林农业科学,2014,39(4):47-49.
- [18] 司兆胜.土壤环境对大豆胞囊线虫繁殖影响及大豆抗性机制研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2004.
- [19] 陈立杰,朱艳,刘彬,等.连作和轮作对大豆胞囊线虫群体数量及土壤线虫群落结构的影响[J].植物保护学报,2007(4):347-352.
- [20] 练云,王金社,李海朝,等.黄淮大豆主产区大豆胞囊线虫生理小种分布调查[J].作物学报,2016,42(10):1479-1486.
- [21] 于维,栾奕,李明姝,等.大豆土传病害抗性资源筛选[J].东北农业科学,2020,45(3):12-15.

(责任编辑:王昱)