

宁夏地区禾谷孢囊线虫的发生与分布

黄文坤¹ 叶文兴¹ 王高峰¹ 龙海波¹ 欧师琪^{1,2} 彭德良¹

1. 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,北京 100193;

2. 吉林农业大学农学院,长春 130118

摘要 采用随机抽样的方法,对宁夏回族自治区5个地区16个县(乡、镇)的小麦孢囊线虫病的分布和发生情况进行了调查,根据形态特征对孢囊线种类进行了鉴定。结果表明:危害宁夏小麦的孢囊线虫为禾谷孢囊线虫(*Heterodera avenae* Wollenweber);宁夏5个地区发生的禾谷孢囊线虫病均为该地区首次发现,调查地块的孢囊检出率为59.8%,且以银川市的孢囊量最高,石嘴山市的孢囊量最低;固原市、中卫市、吴忠市、青铜峡市4个地区孢囊中的卵量显著高于石嘴山市孢囊中的卵量。

关键词 禾谷孢囊线虫;发生;分布

中图分类号 S 432.4⁺5 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)01-0074-04

禾谷孢囊线虫病是我国小麦及禾谷类作物生产上的主要病害,其病原为禾谷孢囊线虫(*Heterodera avenae* Wollenweber, 英文俗称 cereal cyst nematode, CCN),在澳大利亚、德国、英国、日本、中国等30多个国家小麦主产区均有分布^[1]。禾谷孢囊线虫可侵染小麦、大麦(青稞)、燕麦(莜麦)等27属禾本科植物及黑麦草、鹅冠草、苇状羊茅、球茎草芦和鸭茅等10多种禾本科杂草^[2]。我国自1989年在湖北省天门县发现禾谷孢囊线虫病以来,目前已在河北、河南、北京、山东、山西、安徽、江苏、湖北、青海、内蒙古、山西、陕西、甘肃等13个省(市)100多个县(乡、镇)发生,造成小麦发病田块平均减产20%~40%,严重威胁小麦及禾谷类作物的生产安全^[3-8]。

宁夏回族自治区位于我国的西北春麦区,小麦、水稻、玉米是三大主要的粮食作物,除南部的固原市部分山区没有小麦种植外,其他各地采取小麦/玉米、小麦/水稻、小麦/大豆等多种轮作方式进行种植,小麦生产安全与否关系到宁夏地区粮食价格稳定及企业正常生产等重大问题。宁夏周边的内蒙古、陕西、甘肃、青海等地早在5~10年前就已发现禾谷孢囊线虫,但宁夏地区的禾谷孢囊线虫发生、分布及危害情况尚不清楚,一旦禾谷孢囊线虫大面积暴发成灾,将严重影响宁夏地区的农作物生产安全。

为了明确宁夏地区的禾谷孢囊线虫的发生与分布情况,2009年8月,笔者对宁夏地区固原市、中卫市、吴忠市、青铜峡市、石嘴山市等地小麦主产区进行了田间抽样调查,首次发现宁夏回族自治区已发生禾谷孢囊线虫病,发生面积达3.6万hm²。因此,在宁夏回族自治区全面开展禾谷孢囊病的系统调查与研究,明确其分布范围、发生规律及危害特点,对于制定相应的控制策略和保障粮食生产安全等均具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 取样方法

2009年8月,在小麦收获后,对宁夏回族自治区的固原市、中卫市、吴忠市、青铜峡市、石嘴山市等16个县(乡、镇)112块麦地进行了抽样调查。2个相邻的县(乡、镇)取样地间隔20 km以上,每个样点采集3~5块样地的土壤,每块土壤采用随机5点取样法,挖取小麦全部根系及表土下20 cm左右土壤,每块地取1~2 kg土壤用普通塑料袋装好后带回实验室进行孢囊的分离,分析禾谷孢囊线虫的发生情况。采样时利用GPS定位系统详细记录采集地的经度、纬度和海拔,并通过走访当地农户,记录前茬/后茬作物种植情况。

收稿日期:2010-05-21; 修回日期:2010-06-20

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(200903040)和科技部国际合作项目(2009DFB30230)

黄文坤,博士,助理研究员。研究方向:植物线虫分子生物学及控制技术。E-mail: wkhuang2002@163.com

通讯作者:彭德良,男,1963年生,博士,研究员。研究方向:植物线虫致病分子机理及控制技术。E-mail: dlpeng@caas.net.cn

1.2 孢囊的分离

将采集的土壤带回实验室自然风干,混匀后分别取 200 g 土样放于塑料桶中,用强水流冲洗桶中土壤并不断搅动,沉淀片刻后将悬浮液依次倒入孔径 0.83 mm 和 0.15 mm 筛网过滤,重复 2~3 次;用强水流冲洗孔径 0.83 mm 筛网上的残余物,使孢囊全部冲入孔径 0.15 mm 的筛网中;用小水流从正面轻轻淋洗孔径 0.15 mm 筛网上的残余物至三角瓶中;将收集的悬浮液倒入装有定性滤纸的三角漏斗中过滤,待滤液充分流尽后将带有孢囊的定性滤纸装入培养皿中凉干。

1.3 孢囊的鉴定及发生量调查

在解剖镜下将每个样品中的孢囊用毛笔全部挑出,计算饱满的孢囊与空瘪的孢囊数量。每样点随机挑取 5 个饱满孢囊,在载玻片上用挑针压破孢囊

后释放出卵,计算每个孢囊中的卵粒数,运用 SPSS 软件进行方差分析。

每样点随机挑取 1 个饱满的孢囊,置于带有无菌水的培养皿中,在 4 °C 恒温培养箱下进行 4~6 周的低温催化后再置于 16 °C 恒温培养箱孵化 2 龄幼虫;取部分孢囊切取阴门锥,将切下的阴门锥在无水乙醇中脱水固定后用甘油明胶制片,按照王明祖等^[1]的方法用显微镜进行病原鉴定。

2 结果与分析

2.1 禾谷孢囊线虫的分布

对宁夏回族自治区 16 个县(乡、镇)进行的抽样调查表明,禾谷孢囊线虫所有采样地区均有分布,自南部的海原县至北部的平罗县均有发生,发病面积约 3.6 万 hm^2 (表 1)。

表 1 宁夏回族自治区小麦孢囊线虫病发生情况

Table 1 Occurrence of cereal cyst nematode in Ningxia Hui Autonomous Region

地区/市 Region/City	县/乡、镇 County/ Township, town	北纬 North latitude	东经 East longitude	海拔/m Altitude	轮作方式 Rotation mode	样地块数 Number of sample	线虫检出率/% CCN detection ratio
青铜峡市 Qingtongxia	广武乡 Guangwu	37°46.448'	105°53.581'	1 172	小麦/玉米 Wheat/Corn	4	
	青铜峡镇 Qingtongxia	37°55.153'	105°59.709'	1 131	小麦/玉米 Wheat/Corn	4	76.9
	峡口镇 Xiakou	37°55.383'	106°05.250'	1 130	小麦/大豆 Wheat/Soybean	5	
石嘴山市 Shizuishan	平罗县 Pingluo	38°42.905'	106°24.796'	1 095	小麦/大豆 Wheat/Soybean	9	22.2
吴忠市 Wuzhong	金积镇 Jinji	37°56.319'	106°07.860'	1 130	小麦/香菜 Wheat/Coriander	6	40.0
	同心县 Tongxing	37°08.923'	105°46.381'	1 313	小麦/玉米 Wheat/Corn	4	
银川市 Yinchuan	新华桥镇 Xinhuaqiao	38°03.315'	106°12.968'	1 152	小麦/水稻 Wheat/Rice	5	
	贺兰县 Helan	38°36.560'	106°21.327'	1 097	小麦/萝卜 Wheat/Radish	5	75.0
	永宁县 Yongning	38°09.349'	106°12.038'	1 115	小麦/玉米 Wheat/Corn	7	
中卫市 Zhongwei	海原县 Haiyuan	37°47.980'	106°01.023'	1 364	小麦/粟米 Wheat/Millet	6	50.0
	中宁县 Zhongning	37°20.455'	105°36.773'	1 298	小麦/荞麦 Wheat/Buckwheat	12	

由表 1 可知,在采集的 112 块麦地土壤样品中,有 67 份样品中检出了禾谷孢囊线虫,检出率达 59.8%,其中青铜峡市的孢囊检出率最高(76.9%),石嘴山市的检出率最低(22.2%)。采用小麦/玉米、小麦/大豆、小麦/水稻、小麦/蔬菜等各种轮作方式,不能完全控制禾谷孢囊线虫的危害,各种轮作地中均不同程度地检出了禾谷孢囊线虫。

2.2 禾谷孢囊线虫的发生量

由表 2 可知,在银川市、中卫市、吴忠市、青铜峡市、石嘴山市 5 个地区中,平均孢囊量(每 200 g 土壤中的孢囊个数,下同)达 5.1 个,以银川市的孢囊量最高(7.4 个),石嘴山市的孢囊量最低(0.9 个),石嘴山市的孢囊量显著低于其他 4 个地区的孢囊量($P < 0.05$)。5 个地区中有 4 个地区的孢囊量在防

治指标(每 200 g 土壤 3 个孢囊)之上。不同地区的孢囊饱满程度也存在较大差别。青铜峡市的空孢囊率最高(78.3%)、石嘴山市的空孢囊率最低(25.0%)。孢囊中的卵量以石嘴山市的最小,显著低于固原市、中卫市、吴忠市、青铜峡市 4 个地区的孢囊中的卵量($P < 0.05$),固原市、中卫市、吴忠市、青铜峡市 4 个地区孢囊中的卵量没有显著差异。总之,石嘴山市禾谷孢囊线虫孢囊量小、孢囊中卵量低,是宁夏地区禾谷孢囊线虫发生最轻的地区,而其他 4 个地区禾谷孢囊线虫发生均较严重。

在同一地区不同县市的土壤中,孢囊密度也存在较大差别。其中,禾谷孢囊线虫病发生最严重的是中卫市的中宁县,每 200 g 土壤中孢囊达 11.3 个,且平均孢囊含卵量也较高,达 183.6 粒;但中卫

市的海原县,每 200 g 土壤中孢囊仅 0.7 个,且平均孢囊含卵量也较低,仅 75.7 粒。吴忠市的同心县,禾谷孢囊线虫孢囊中的卵量显著低于同一地区的金

积镇和新华桥镇的孢囊卵量。银川市、青铜峡市的禾谷孢囊线虫分布较均匀,孢囊中的卵量没有显著差别。

表 2 宁夏回族自治区禾谷孢囊线虫病的空孢囊率及卵量

Table 2 Egg amount per cyst and the ratio of cyst without eggs in Ningxia Hui Autonomous Region

地区/市 Region/City	县/乡、镇 County/ Township, town	孢囊量/个 Cyst amount per 200 g soil	空孢囊率/% Ratio of cyst without eggs	平均空孢囊率/% Average ratio of cyst without eggs	每孢囊卵量/粒 Egg amount per cyst	平均卵量/粒 Average egg amount per cyst
青铜峡市 Qingtongxia	广武乡 Guangwu	8.0	58.3		135.6±51.4	
	青铜峡镇 Qingtongxia	6.7	85.0	78.3	104.1±43.2	122.1±12.1 a
	峡口镇 Xiakou	2.3	88.9		126.7±38.6	
石嘴山市 Shizuishan	平罗县 Pingluo	0.9	25.0	25.0	106.9±59.2	106.9±59.2 b
吴忠市 Wuzhong	金积镇 Jinji	2.3	71.4		177.2±64.3	
	同心县 Tongxin	6.0	53.3	59.4	97.8±51.9	150.2±34.9 a
	新华桥镇 Xinhuaqiao	4.0	50.0		175.5±48.7	
银川市 Yinchuan	贺兰县 Helan	8.7	50.0	45.2	161.3±63.8	149.7±11.6 a
	永宁县 Yongning	6.0	41.7		138.0±55.7	
中卫市 Zhongwei	海原县 Haiyuan	0.7	50.0	57.9	75.7±36.6	147.6±53.9 a
	中宁县 Zhongning	11.3	61.8		183.6±71.4	

2.3 孢囊线虫的鉴别

经形态观察和鉴定,宁夏回族自治区小麦孢囊线虫为禾谷孢囊线虫(图 3)。孢囊柠檬形,黄褐色至暗褐色;亚晶层明显,阴门锥为双膜孔,膜孔椭圆至近圆形;老熟孢囊呈马蹄形,阴门裂短小,泡状突明显,深褐色、大小不规则且聚集在阴门锥上,无阴门下桥。

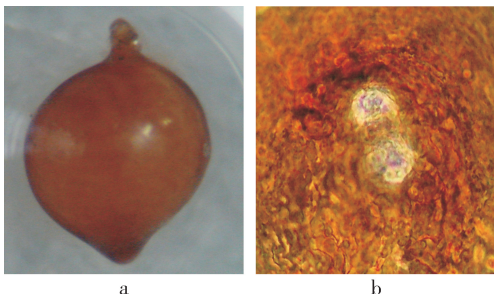


图 3 禾谷孢囊线虫的孢囊(a)及阴门锥(b)形态
Fig. 3 Morphological characteristic of cyst(a) and vulval cone(b) of *Heterodera avenae* Wollenweber

3 讨论

禾谷孢囊线虫病是当前小麦及禾谷类作物最具威胁的线虫病害^[9]。禾谷孢囊线虫侵染植株后,感病植株根系分岔多,根长缩短,在干旱季节水分吸收显著减少。我国自 1989 年在湖北省发现该病以来,现已扩展到北部冬麦区、西北春麦区、黄淮冬麦区和长江中下游冬麦区。禾谷孢囊线虫主要由土壤和水

流进行传播^[10]。此外,联合收割机跨区作业已成为禾谷孢囊线虫远距离传播的重要途径。在澳大利亚,孢囊还可以随大风进行传播^[10]。禾谷孢囊线虫传播途径多、传播范围广,如不及时采取措施进行控制,将对农业生产造成严重影响。

宁夏回族自治区地处内陆,南端固原地区属南温带半干旱区,中部属中温带半干旱区,北部银川平原属中温带干旱区,是典型的大陆型气候;全年平均气温在 5~9℃,干旱山区年平均降水 400 mm,引黄灌区年平均降水 157 mm,温度与湿度条件非常适合禾谷孢囊线虫的繁殖。青海、甘肃位于黄河的上游,2 个省的水流携带的禾谷孢囊线虫可以通过宁夏引黄灌区的引水灌溉进行大面积传播。

禾谷孢囊线虫病是积年流行性病害,在土壤中残留十几年的孢囊还可以孵化成幼虫进行危害,在地表 40 cm 以下土壤中仍有孢囊分布^[11]。目前,防治禾谷孢囊线虫病的主要措施是轮作、化学防治及种植抗性品种等^[12]。但是,由于化学防治成本高,难以被广大农户接受;我国种植的大部分品种为感病品种,缺少高产抗病的优良品种;与非寄主作物间隔 1~2 年进行轮作后,一旦种植寄主植物,禾谷孢囊线虫仍能迅速大量繁殖^[13]。此外,禾谷孢囊线虫目前已鉴定的致病型有 13 种^[14],寄主范围广,从而增加了防治的难度。禾谷孢囊线虫一旦发生后,生产上缺乏快速有效的防治措施,短期内难以彻底控

制其危害。因此,系统开展禾谷孢囊线虫病的发生规律调查、明确不同地区的致病型、有针对性地筛选高产抗病品种及高效低毒防治药剂,对于制定禾谷孢囊线虫病安全高效的防治策略、提高小麦及禾谷类作物的产量、确保农业生产安全具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 王明祖,彭德良,武学勤. 小麦孢囊线虫病的研究 I. 病原鉴定[J]. 华中农业大学学报,1991,10(4):352-356.
- [2] 齐淑华,彭德良,张东升,等. 禾谷孢囊线虫在我国的新寄主及新分布区初报[J]. 植物保护,1994,20(4):52.
- [3] 刘文成,马瑞霞,姚献华,等. 小麦禾谷孢囊线虫病发生规律的初步研究[J]. 麦类作物学报,2002,22(3):95-97.
- [4] 杨传广,吴慧平,檀根甲,等. 安徽省小麦孢囊线虫田间分布及危害调查[J]. 植物保护,2008,34(2):107-110.
- [5] 彭德良,李惠霞,王锡锋,等. 我国小麦禾谷孢囊线虫的新发生分布地区[M]. 2版. 中国线虫学研究. 北京:中国农业科学技术出版社,2008:344-345.
- [6] 陈新,周洪友,马玺. 内蒙古中西部地区小麦禾谷孢囊线虫的发

- 生分布[J]. 植物保护,2009,35(5):114-117.
- [7] 侯生英,彭德良,王爱玲,等. 青海省小麦孢囊线虫病调查初报[J]. 青海大学学报:自然科学版,2008,26(5):84-86.
- [8] 欧师琪,彭德良,李玉,等. 河南郑州小麦禾谷孢囊线虫(*Heterodera avenae*)的核糖体基因 ITS 序列和 RFLP 分析[J]. 植物病理学报,2008,38(4):407-413.
- [9] AMIR J, SINCLAIR T R. Cereal cyst nematode effects on wheat water use and on root and shoot growth[J]. Field Crops Research,1996,47:13-19.
- [10] MEAGHER J W. World dissemination of the cereal cyst nematode and its potential as a pathogen of wheat[J]. Journal of Nematology,1977,9(1):8-15.
- [11] 王明祖,黎少波,涛玉,等. 小麦禾谷孢囊线虫湖北群体活动特性[J]. 植物保护学报,1998,25(1):37-40.
- [12] 刘静,吴海燕,彭德良. 小麦孢囊线虫的发生防治及控制策略的思考[J]. 安徽农业科学,2010(3):12-14.
- [13] 王振跃,高书峰,李洪连,等. 不同小麦品种(系)对禾谷孢囊线虫病的抗性鉴定[J]. 河南农业科学,2006(5):50-52.
- [14] 郑经武. 燕麦孢囊线虫(*Heterodera avenae*)的生物学、致病型及麦类作物品种抗性的研究[D]. 南京:南京农业大学植物保护学院,1996:1,57-58.

Occurrence and distribution of *Heterodera avenae* Wollenweber in Ningxia Hui Autonomous Region

HUANG Wen-kun¹ YE Wen-xing¹ WANG Gao-feng LONG Hai-bo¹
OU Shi-qi^{1,2} PENG De-liang¹

1. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests/Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China

Abstract The occurrence and distribution of this nematode was investigated by random sampling in 16 cities of five regions of Ningxia Hui Autonomous Region. The pathogen was identified with the morphological and metrological examination. The results showed that the cereal cyst nematode distributed in most areas of five the regions of Ningxia Hui Autonomous Region and the detection ratio of CCN was 59.8% in all samples. The highest cyst number existed in Yinchuan City and the lowest one existed in Shizuishan City. The number of eggs per cyst in Guyuan City, Zhongwei City, Wuzhong City and Qingtongxia City were significantly higher than that of Shizuishan City. The pathogen of wheat was identified as *H. avenae* by morphological examination.

Key words *Heterodera avenae* Wollenweber; occurrence; distribution

(责任编辑:陈红叶)