

小麦根腐线虫发生规律及其对小麦产量的影响

李广帅, 施艳, 崔娟, 杜鹃, 邢小萍, 王振跃*

(河南农业大学 植物保护学院 河南 郑州 450002)

摘要: 2008年10月至2009年6月,系统调查了田间小麦根组织和根围土壤中小麦根腐线虫群体密度随季节的变化规律,并研究其发生对小麦产量的影响。调查发现,小麦根腐线虫群体数量在郑麦004和豫麦70号的根组织中都出现了2个高峰期,分别是2008年12月1日(每克根组织中1535条、290条)和2009年5月1日(每克根组织中2180条、270条)。郑麦004根围土壤中的小麦根腐线虫数量在2008年12月1日和2009年6月1日出现2个高峰期,分别为每100g土15.8条、18.9条;而豫麦70号根围土壤中的小麦根腐线虫数量在2008年11月15日和2009年6月1日出现2个高峰期,分别达到每100g土11.2条、23.6条。铁灭克处理土壤能够显著减少侵入小麦根组织内根腐线虫的数量,增加小麦的穗粒数和千粒重,从而提高小麦的产量(增产13.6%)。其中,乳熟期的小麦线虫发生量与小麦产量之间的相关性最强,相关系数为-0.902。

关键词: 小麦根腐线虫; 发生规律; 小麦; 产量

中图分类号: S435.121.4⁺7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)05-0093-05

Occurrence Law of Wheat Root Lesion Nematode and Its Impact on Wheat Yield

LI Guang-shuai, SHI Yan, CUI Juan, DU Juan, XING Xiao-ping, WANG Zhen-yue*

(College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In this study the group density of wheat root lesion nematode in both root tissue and rhizosphere soil was investigated throughout wheat growth period, and impact of wheat root lesion nematode on wheat yield was also researched. It was found that wheat root lesion nematode in root tissue of Zhengmai 004 and Yumai 70 displayed two quantity peaks which were 1535 and 290 per gram root tissue on 12/15/2008, and 2180 and 270 on 5/1/2009, respectively. The nematode in Zhengmai 004 rhizosphere soil displayed two quantity peaks which were 15.8 on 12/1/2008 and 18.9 on 6/1/2009 for every 100 grams of soil, while for Yumai 70 the peaks occurred on 11/15/2008 and 6/1/2009, which were 11.2 and 23.6 for every 100 grams of soil, respectively. Furthermore, temik treatment of BW6 reduced the group density of wheat root lesion nematode in wheat root tissue, thereby increasing wheat spike number, thousand seed weight and wheat yield. The number of wheat nematode at milky stage showed strongest correlation with wheat output, with correlation coefficient of -0.902.

Key words: Wheat root lesion nematode; Occurrence law; Wheat; Yield

根腐线虫又叫短体线虫(*Pratylenchus* spp.), 分布广泛, 世界各地都有该属线虫的危害, 是仅次于根结线虫和孢囊线虫的世界第3大线虫病害。近20a中, 我国陆续报道根腐线虫有20多个种, 并证

实危害的作物有小麦、玉米、小米、高粱、大豆、油菜、花生、棉花、苕麻、马铃薯、番茄、草莓、桃等^[1-4]。

小麦受根腐线虫侵染后, 植株矮小, 生长势弱, 分蘖减少, 易感品种底部叶片变黄, 呈萎蔫状。由于

收稿日期: 2010-10-10

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(072102160007)

作者简介: 李广帅(1985-), 男, 河南夏邑人, 在读硕士研究生, 研究方向: 植物病理学。E-mail: lgshnnd@163.com

*通讯作者: 王振跃(1958-), 男, 河南南召人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事植物病害综合治理研究。

E-mail: wzy_01@163.com

根腐线虫为迁徙型线虫,田间分布不均匀,所以作物受害分布也不均匀,呈斑块状或波浪形分布^[5-7],这就给根腐线虫的防治工作带来了困难。据国外报道,在小麦上发生危害的根腐线虫有桑尼短体线虫、落选短体线虫、六裂短体线虫、斯科里布纳短体线虫等,其中桑尼短体线虫对小麦造成的产量损失在澳大利亚为38%~85%^[8-9],在墨西哥为12%~37%^[10]。只有了解小麦根腐线虫的发生规律,才能够积极有效地进行防治,从而最大程度地减少其危害。鉴此,对小麦一个生长季节里小麦根部和周围土壤内根腐线虫的数量进行调查,研究其发生规律及对小麦产量的影响,旨在为小麦根腐线虫的防治工作奠定基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

样本来源:小麦根腐线虫采自河南农业大学科技园小麦试验田。

供试小麦品种:豫麦70号、郑麦004(易感品种),由河南农业大学植物病理系提供;国外冬性材料BW6由国际玉米小麦改良中心提供。

供试药剂:铁灭克(Temik,拜耳作物科学公司提供)。

1.2 田间采样

试验设在河南农业大学科教园区植物保护学院的小麦试验田。土质为砂壤黄土,肥力较好,已发现小麦根腐线虫危害。自小麦播种(2008年10月18日)开始,每隔15d调查单位根围土壤内根腐线虫群体数量的变化和侵入根内线虫群体数量的变化。

小麦根系的采集:采取5点取样法,每点取5株小麦。取样时将植株连根挖出,尽可能保持小麦根系完整,随即装入塑料袋中,贴好标签,扎紧袋口防止小麦植株干枯。在小麦生长的中后期,由于地上部分生长较大,可以用剪刀剪去植株的一部分,以方便装袋,带回实验室后置于4℃冰箱内保存,尽快染色观察,最长保存7d。

土样采集:在采集小麦根系的5点,用铁铲除去根围3~5cm的表土和其他杂物,在土表下5~20cm以内采集根际土,装入塑料袋中。放在冷藏柜内4℃保存,在7d之内调查。

1.3 小麦根部根腐线虫的室内染色与检测

将采集的小麦根系在室内用清水漂洗干净,再用次氯酸钠—酸性品红染色^[11]。将染色后的根组织剪成1~2cm的小段,排列在载玻片上,在体式显

微镜下检查根组织中有无小麦根腐线虫的存在(根腐线虫较粗短),同时用计数器记下线虫数量。将检查过的根组织用吸水纸干燥,放在电子天平上称质量,计算每克根组织中线虫的数量。

1.4 土壤中小麦根腐线虫的测定

将土壤样品在室内风干1~2d,混匀,用孔径为2000μm的土壤分样筛筛去砂粒和大的土壤颗粒。称取500g细土,放入小塑料桶内,加水用力搅拌,静止10~20s后,将悬浮液通过孔径900μm的筛子倒入第2个容器中,同时将滤渣里的线虫尽可能冲洗到该容器中。将第2个容器中的悬浮液通过由孔径为74μm、50μm和30.8μm的筛子组成的套筛,然后用洗瓶不断地淋洗30.8μm分样筛,最后将滤出物收集到10mL离心管中,置于离心机内,2000r/min离心5min,使线虫完全沉于土壤中,弃去上清液(经过镜检后证明无线虫损失)。加454g/L蔗糖溶液,搅匀,3000r/min离心4min。将上清液倒入30.8μm筛网中,用洗瓶不断地淋洗分样筛,最后将分样筛中的线虫收集到小烧杯中,并分装到10mL离心管中,置于离心机内,以2000r/min离心3min。弃去上清液,将离心管底的线虫悬浮液滴到载玻片上,置于体式显微镜下观察并记录土壤中线虫群体数量。

1.5 小麦产量损失的测定

1.5.1 试验设计 选用国外冬性小麦品种BW6进行试验,通过铁灭克处理(于小麦播种时,30.0kg/hm²沟施)和未处理(对照),造成不同病害程度,观察小麦产量的变化。每处理2个重复,每重复4.5m²。

1.5.2 病情调查 采用4点随机取样法采样,每点取5株小麦。于返青拔节期、抽穗扬花期、灌浆期3个时期分别采集样品,观察记录小麦各生育期每克根组织内线虫的数量。

1.5.3 小麦产量调查 在s面积(m²)取样点取小麦植株,计数小麦穗数a;在各样品中随机抽取40穗麦穗,计数穗粒数b;称取b粒穗粒的质量(g),计算千粒重c(g)。

$$\text{产量}(\text{kg}/\text{hm}^2) = 10000/s \times a \times b/40 \times c/1000 \times 1/1000.$$

2 结果与分析

2.1 小麦根内外根腐线虫群体密度的季节变化

2.1.1 侵入小麦根部根腐线虫群体密度的季节变化 使用酸性品红染色法对小麦根部出现根腐线虫的时间进行调查(图1),并观察根内线虫数量达到波峰和波谷的数量及时间(图2,图3)。从图2和图

3 可以看出, 侵染郑麦 004 和豫麦 70 号根组织的根腐线虫从 11 月上旬开始出现, 并在 11 月下旬数量急剧增长, 在 12 月 1 日达到第 1 次数量高峰, 此时侵入每克根组织的线虫数量分别为 1 535 条和 290 条; 此后根内线虫数量迅速下降, 来年 3 月中旬开始, 根内线虫的数量开始大幅度回升, 在 5 月 1 日达到第 2 个高峰, 侵入每克根组织的线虫数量分别为 2 180 条和 270 条; 此后一直到小麦成熟收获期, 由于气温升高, 寄主趋于成熟, 线虫逐渐从根内迁出, 小麦根内的线虫数量渐减。

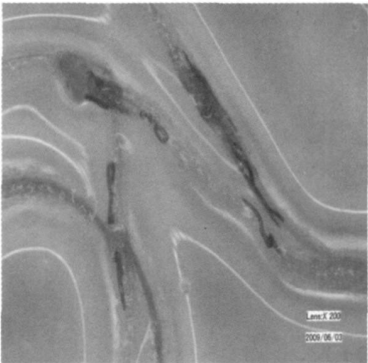


图 1 小麦根组织内的线虫

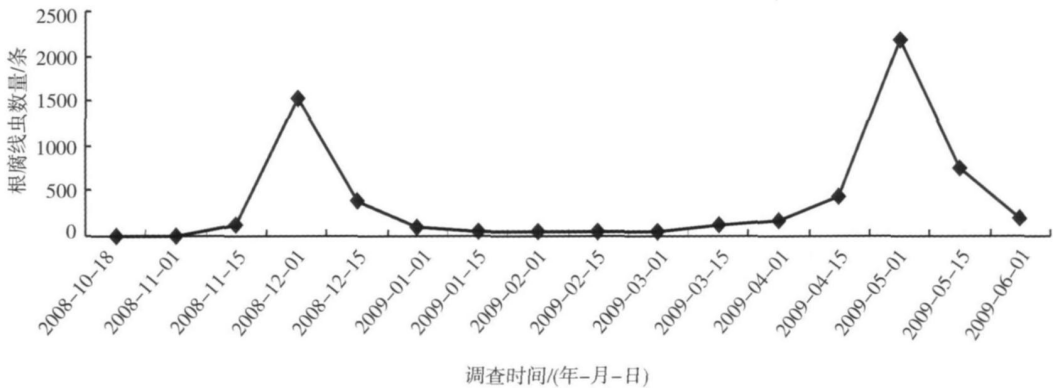


图 2 郑麦 004 根组织内根腐线虫数量变化

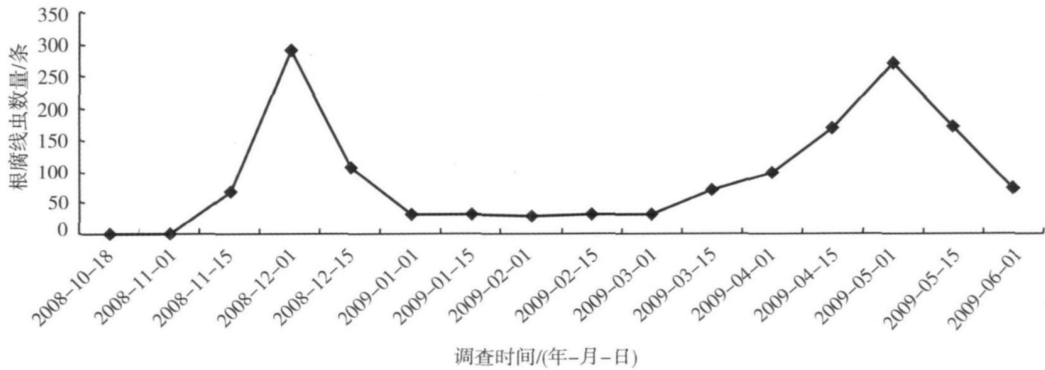


图 3 豫麦 70 号根组织内根腐线虫数量变化

2.1.2 根围土壤中小麦根腐线虫群体密度的季节变化 使用淘洗—过筛法、离心漂浮法将土壤中的根腐线虫分离后, 对其数量进行调查, 并观察 2 个小麦品种根围土壤中线虫数量达到波峰和波谷的数量及时间(图 4, 图 5)。由图 4 可以看出, 小麦播种时, 郑麦 004 试验小区内土壤中小麦根腐线虫的基数为每 100 g \pm 8.6 条, 12 月 1 日达到第 1 个高峰, 数量为每 100 g \pm 15.8 条; 以后线虫数量急剧下降, 直到来

年 3 月 1 日之后土壤中根腐线虫的数量开始缓慢增加, 到 5 月 15 日之后线虫数量迅速增加, 6 月 1 日达到每 100g \pm 18.9 条。由图 5 可以看出, 豫麦 70 号试验小区内土壤中根腐线虫的发生规律与郑麦 004 基本一致, 不同的是, 豫麦 70 号小区内线虫数量出现第 1 个高峰的日期要早于郑麦 004, 为 11 月 15 日, 达到每 100 g \pm 11.2 条, 6 月 1 日第 2 个高峰的线虫数量为每 100g \pm 23.6 条。

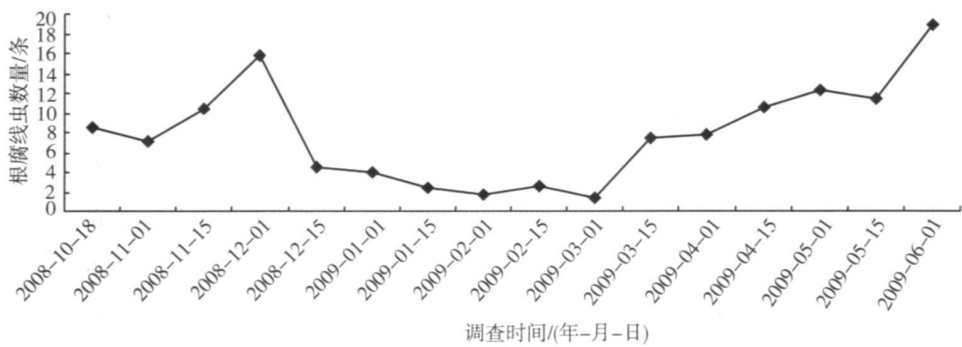


图 4 郑麦 004 土壤中根腐线虫数量变化

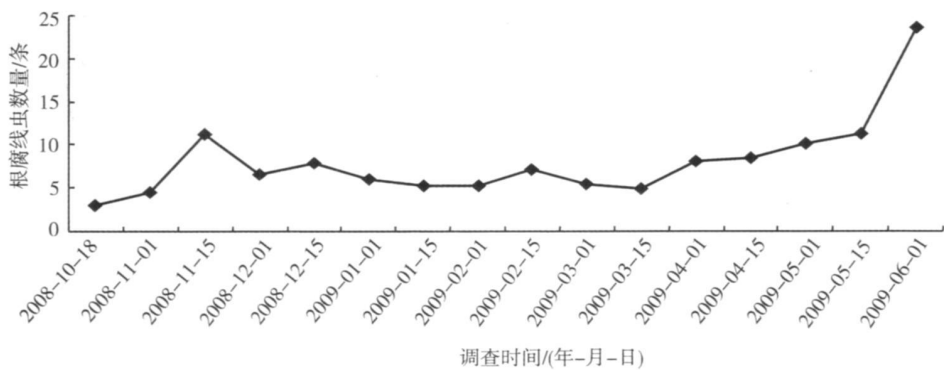


图 5 豫麦 70 号土壤中根腐线虫数量变化

2.2 小麦根腐病对小麦产量的影响

2.2.1 不同生育期侵入小麦根内的线虫数量 选用国外冬小麦品种 BW6, 分别在返青拔节期、抽穗扬花期、乳熟期对侵入小麦根部的线虫数量进行调查, 结果见表 1。由表 1 可以看出, 小麦乳熟期根部的线虫量最大, 对照的线虫量为每克根组织中 594 条, 显著多于铁灭克处理, 后者的线虫量为每克根组织中 356 条。抽穗扬花期的线虫量次之, 返青拔节期的线虫量最少, 铁灭克处理和对照间都存在显著差异。

表 1 不同生育期侵入小麦根内的线虫数量 条/g			
处理	小麦生育期		
	返青拔节期	抽穗扬花期	乳熟期
对照	261a	299a	594a
铁灭克	99b	126b	356b

2.2.2 铁灭克处理对小麦产量构成因子及产量的影响 由表 2 可以看出, 对照的小麦穗粒数为 30.42 粒, 铁灭克处理的穗粒数为 33.31 粒。铁灭克处理的穗粒数比对照增加了 9.5%, 二者存在显著差异。同样, 铁灭克处理的小麦千粒重和产量也都显著高于对照, 分别增加了 6.4%和 13.6%。

表 2 不同处理小麦穗粒数、千粒重及产量

处理	穗粒数/个	千粒重/g	产量/(kg/hm ²)
对照	30.42b	38.05b	9629.01b
铁灭克	33.31a	40.49a	10938.28a

2.2.3 根腐线虫发生数量与小麦产量的关系 对各生育期侵入小麦根组织的线虫数量与小麦产量进行了相关分析, 结果如表 3 所示。从表 3 可以看出, 侵入根内的线虫数量与小麦产量间成负相关, 其中乳熟期的相关系数最大, 为-0.902, 表现为极显著相关; 抽穗扬花期的相关性次之, 为-0.877, 也呈极显著相关; 返青拔节期的相关性最差, 未达到显著水平。

表 3 各生育期侵入小麦根组织的线虫数量与小麦产量的相关系数

项目	返青拔节期	抽穗扬花期	乳熟期
相关系数	-0.619	-0.877*	-0.902**

注: **表示达 0.01 显著水平

3 结论与讨论

小麦根腐线虫数量在郑麦 004 和豫麦 70 号的根组织内都出现了 2 次高峰, 分别是 2008 年 12 月

1日和2009年5月1日,但是两者之间的线虫数量存在较大差异,这可能与品种的抗性有关,也可能由于线虫在田间分布不均匀,试验小区内小麦根腐线虫的基数本身就有差异,所以导致不同小麦中侵入的线虫数量不同。

郑麦004属半冬型多穗型中熟类型品种^[12],从根组织中线虫的数量来看,其属于小麦根腐线虫病的高感品种。豫麦70号属弱冬性、中早熟、中筋品种^[13],从苗期到起身期表现为前慢后快,从根组织中线虫的数量来看,它没有郑麦004感病强,属中感品种。对根部土壤的调查发现,豫麦70号和郑麦004在2008年11月15日时根部土壤中的线虫数量大致相等,对豫麦70号来说,此时线虫数量达到最高峰,而郑麦004根际土壤中的线虫数量之后还在增加,到2008年12月1日才达到最高峰。因此,根际土壤中线虫的数量也受到小麦品种抗性的影响,即抗性强的品种,其根际土壤中线虫的数量相对较少;抗性弱的品种,其根际土壤中线虫的数量也就相对较多。

通过铁灭克处理来研究小麦根腐线虫对小麦产量的影响,可以发现,铁灭克处理土壤能够显著降低各生育期侵入小麦根部的线虫数量,其中乳熟期的线虫数量与小麦产量关系最为密切,可能是因为乳熟期的线虫侵染影响了小麦的穗粒数以及千粒重,从而导致产量显著降低。

参考文献:

[1] 高学彪,程瑚瑞,方中达.玉米根腐线虫的病原鉴定和致病性研究[J].南京农业大学学报,1992,15(4):50-55.

- [2] 张木新,陈开生,吴泽文,等.梧州市发现草莓根腐线虫病[J].广西植保,2000,13(3):29-30.
- [3] 周银丽,胡先奇,林丽飞,等.云南石榴根际刻痕短体线虫的鉴定[J].中国农学通报,2008,24(11):403-405.
- [4] 杜丽飞,刘春国,李卫芬,等.云南省灯盏花根腐线虫病的病原鉴定[J].西北农业大学学报,2006,28(5):851-853.
- [5] Hugh W. Cereal root and crown diseases[M]. Australia: Australian Centre for International Agricultural Research, 2000.
- [6] 李笃肇.根腐线虫病的症状、危害、鉴定与防治[J].植物医生,1999,12(5):4-5.
- [7] 王振跃,崔娟,杜鹃,等.禾谷类作物根腐线虫病的研究进展[J].河南农业科学,2009(12):18-21.
- [8] Julie M N, Kerrie A D, Trevor W H, et al. Yield loss caused by *Pratylenchus thornei* on wheat in South Australia[J]. Journal of Nematology, 1999, 31(4): 367-376.
- [9] Taylor S P, Vanstone V A, Ware A H, et al. Measuring yield loss in cereals caused by root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *Pratylenchus thornei*) with and without nematicide[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 1999, 50: 617-622.
- [10] Julie M N, Ivan O M. Effects of the root lesion nematode, *Pratylenchus thornei* on wheat yields in Mexico [J]. Nematology, 2004, 6(4): 485-493.
- [11] Byrd D W, Kirkpatrick T, Barker K R. An improved technique for cleaning and staining plant tissue for detection of nematodes[J]. Journal of Nematology, 1983, 15: 142-143.
- [12] 罗鹏,张志强,武素琴,等.郑麦004小麦特征特性及其高产栽培技术[J].作物杂志,2005(3):53.
- [13] 袁华京,贾晓丽,赵花周,等.豫麦70号小麦特征特性和高产栽培技术[J].种子科技,2005,23(1):53.