

轮作植物对大豆胞囊线虫抑制作用的研究

于佰双^{1,2}, 段玉玺¹, 王家军², 李进荣², 陈立杰¹

(¹沈阳农业大学植物保护学院, 辽宁 沈阳 110161; ²黑龙江省农业科学院大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:轮作是防治大豆胞囊线虫病的有效措施,旨在探讨常用和潜在的轮作植物对大豆胞囊线虫病的抑制作用,为黑龙江省大豆生产轮作体系改进提供技术支持。2006年,选择5种轮作植物(大麦、红三叶草、万寿菊、亚麻、玉米)与感病品种一起种在大豆胞囊线虫病圃;2007年种植玉米、小麦和感病大豆,检测两年播种前和收获后土壤中大豆胞囊线虫胞囊、卵和二龄幼虫数量;2008年所有小区种植感病大豆,测定大豆产量。结果表明:连续种植大豆的处理卵数量增加了13%,而种植万寿菊、红三叶草和大麦茬后复种红三叶草三个处理的土壤中卵的数量明显减少,减少率分别为80%、58%和68%,其他轮作处理土壤中大豆胞囊线虫群体密度也有不同程度降低,而且,轮作区大豆产量也有提高。结果显示:合理种植万寿菊、红三叶草以及大麦后复种红三叶草可以减少土壤中胞囊线虫的密度,对大豆胞囊线虫的抑制作用好于常规轮作作物玉米。而综合考虑不同作物对土壤养分的影响,以及在黑龙江省的播种面积,则可以确定能够使土壤中胞囊线虫密度减少,同时又能够提高土壤养分的合理的轮作方式为万寿菊—玉米—大豆。

关键词:大豆;大豆胞囊线虫;轮作

中图分类号:S565.1

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2009)02-0256-04

Rotation Crop Evaluation for Management of the Soybean Cyst Nematode

YU Bai-shuang^{1,2}, DUAN Yu-xi¹, WANG Jia-jun², LI Jin-rong², CHEN Li-jie¹

(¹Plant Protection College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 100161, Liaoning; ²Soybean Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

Abstract: Crop rotation is an effective tactic for soybean cyst nematode (SCN) management. In Heilongjiang province of China, corn is almost exclusively used as a nonhost rotation crop with soybean. This study was conducted to determine the effectiveness of crops common to or having potential use in Heilongjiang province as rotation crops for managing SCN. Five potential rotation crops of marigold (*Tagetes erecta*), red clover (*Trifolium pratense*), barley (*Hordeum Vulgaris*), maize (*Zea mays* L.) and flax (*Linum Usitatissimum* L.) and susceptible soybean were grown in the infected field at Harbin in 2006; corn, wheat and susceptible soybean was grown on different plots in 2007; and susceptible soybean were grown in all plots in 2008. Nematode populations were measured both years before planting and after harvest; soybean yield was measured in 2008. There was large variability in SCN population and soybean yield at the site. Nevertheless, significant treatment effects were detected at all treatments. While all of the rotation crops lowered SCN populations compared with SCN-susceptible soybean. Leguminous nonhosts or poor hosts such as Marigold and Red clover were best in reducing SCN population density. Corn, the most common rotation crop was among the least effective in reducing nematode populations. There was yield benefit from SCN management. The data suggest that three year of rotation of soybean with some crops such as marigold before planting a susceptible soybean may be sufficient in managing SCN.

Key words: Soybean; Soybean cyst nematode; Rotation

大豆胞囊线虫病 (Heterodera glycines Ichinohe) 是世界大豆的一种毁灭性病害。目前,在中国、美国、加拿大、巴西等大豆主产国广泛发生。全世界每

年可减产大豆 11%^[1-2]。在我国,大豆胞囊线虫病主要分布在东北大豆主产区及黄淮海大豆主产区,其中尤以东北地区辽宁、黑龙江省和内蒙古的盐

收稿日期:2008-10-15

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD08A08-03, 2006BAD21B01-16)。

作者简介:于佰双(1963-),男,在读博士,研究员,研究方向为大豆病理。E-mail:bsyu100@163.com。

通讯作者:段玉玺,教授,博士生导师。E-mail:duanyx6407@163.com。

碱地、白浆土和沙壤土地发生严重^[3],目前大豆胞囊线虫病已经成为黑龙江省大豆生产上主要病害,危害面积达 67 万 hm^2 左右。轮作是防治该病的有效措施之一,与非寄主植物轮作可减少胞囊在土壤中的积累。或采用感病品种和抗病品种合理轮作降低线虫危害程度,以保持品种抗性和大豆胞囊线虫生理小种的稳定性^[4]。连作条件下,大豆胞囊线虫发生严重^[5]。控制大豆胞囊线虫病主要靠轮作和应用抗病品种^[6]。胞囊线虫的胞囊在土壤中存活时间较长,一般可存活 3~4 年,最长可达 10 年以上^[7]。在病害中度偏轻发生的地块,与禾本科等非豆科植物进行 5 年轮作,可减轻 SCN 的发生。黑龙江省是我国北方春大豆主要产区,大豆种植面积很大,很难实行 5 年以上的轮作,而人们普遍认为大豆与常规禾本科作物进行 3 年轮作对 SCN 的减少作用不明显。据此,对常规和潜在的轮作植物对大豆胞囊线虫病的抑制作用进行了研究。探讨 3 年轮作对土壤中 SCN 群体密度的影响,为减轻 SCN 危害提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试作物:大豆合丰 25(感染大豆胞囊线虫的品种),玉米,大麦,小麦,亚麻,万寿菊,红三叶草。

供试线虫:大豆胞囊线虫(*Heterodera glycines*)3 号生理小种。

1.2 田间设计

试验于 2006 年~2008 年在黑龙江省农业科学院大豆研究所试验田(大豆连作 14 年,胞囊线虫病发生严重)进行定位试验研究。设 7 个处理区(A、B、C、D、E、F、G),每处理 3 次重复,随机区组设计。每小区面积 35 m^2 ,各小区之间设置保护行,每种作物均采用正常的耕作栽培措施进行种植。

三年轮作制处理如下:A 处理:大麦后茬复种红三叶草—小麦—大豆;B 处理:红三叶草—玉米—大豆;C 处理:大麦—小麦—大豆;D 处理:万寿菊—玉米—大豆;E 处理:大豆—大豆—大豆;F 处理:亚麻—玉米—大豆;G 处理:玉米—玉米—大豆。

1.3 方法

1.3.1 取样 于播种前(4 月 25 日)和收获后(10 月 10 日),将各小区两侧的 2 条边垄去除,剩余面积作为真正的小区,以排除翻耕、浇水等的影响。采用五点取样法采集土壤表层以下 5~20 cm 的土壤,每小区采集

2 kg 左右,并用标签记小区号,用于线虫分离。

1.3.2 土壤中大豆胞囊线虫群体数量的调查

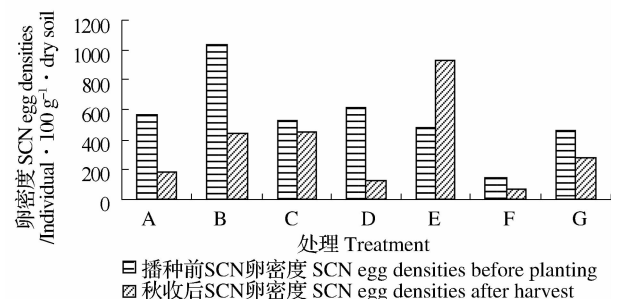
取 100 g 风干土,采用改良沉淀漂浮桶法分离土中胞囊,破碎胞囊检查土壤中大豆胞囊线虫卵的数量。取 100 g 新采集的土壤采用蔗糖离心法分离二龄幼虫,统计数量并折算出 100 g 干土所含二龄幼虫量进行分析。

1.3.3 大豆产量测定 去除小区两侧边行各 2 垄,并去除小区两端各 2 m,剩余面积实测产量,然后折合成公顷产量。

2 结果与分析

2.1 不同轮作处理大豆胞囊线虫卵密度变化

2006 年结果表明:种植不同非寄主作物后,土壤中胞囊线虫卵数量都显著降低($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),其中种植万寿菊、红三叶草和大麦后复种红三叶草三个处理的土壤中卵的数量明显减少,减少率分别为 80%、58% 和 68%,常规轮作植物玉米区卵减少率为 37%,而大豆区收获后土壤中胞囊线虫卵的数量增加了 94%。对收获后卵被破坏率的检测结果表明:大麦后复种红三叶草的土壤中卵被破坏的百分率最高,达到 80.9%;万寿菊和红三叶草对卵的破坏率分别为 55.6% 和 41.6%;大麦、玉米和亚麻对卵的破坏率均为 20% 左右(图 1)。总体来讲,非寄主植物轮作以后,大豆胞囊线虫群体密度都低于大豆连作,轮作的效果与寄主类型有关。2007 年种植大田作物小麦和玉米,分别于种植前和收获后,采集土壤并检测土壤中大豆胞囊线虫胞囊、



A 处理:大麦后茬复种红三叶草, Treatment A: Red Clover Planted following Barley; B 处理:红三叶草, Treatment B: Red Clover; C 处理:大麦, Treatment C: Barley; D 处理:万寿菊, Treatment D: Marigold; E 处理:大豆, Treatment E: Soybean; F 处理:亚麻, Treatment F: Flax; G 处理:玉米, Treatment G: Maize

图 1 2006 年各处理卵密度变化

Fig. 1 Changes in SCN egg densities in 2006

卵和二龄幼虫的数量。结果表明:轮作土壤中大豆胞囊数量均减少,与种植前比较,卵数量减少百分率在 60% 以上。而连续种植大豆的处理卵数量增加了 13% (图 2)。在所有处理中,G 处理和 D 处理的卵被破坏率最高,分别为 28.1% 和 79.2%。

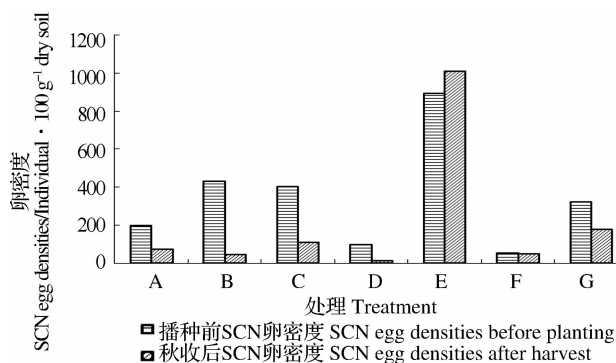


图 2 2007 各处理卵密度变化

Fig. 2 Changes in SCN egg densities in 2007

2.2 不同轮作处理大豆胞囊线虫二龄幼虫密度变化

2006 年各种非寄主作物处理区二龄幼虫数量

表 1 三年轮作处理后大豆产量

Table 1 Soybean yield after 3 years rotation

项目	株高	株荚数	株粒数	百粒重	产量	增产
Item	Plant height/cm	Pods number per plant	Seeds number per plant	100-seeds weight/g	Yield/kg · hm ⁻²	Increase scope/%
A	81.5	26	56	18.8	2244.9 C	8.0
B	81.3	25	52	17.5	2295.0 B	10.0
C	79.8	22	45	18.0	2185.5 D	4.0
D	83.2	28	58	18.6	2385.0 A	15.0
E	77.6	21	43	17.2	2070.0 E	ck
F	80.5	24	46	18.1	2194.5 D	6.0
G	81.4	25	51	17.8	2212.5 C	7.0

3 结论与讨论

许多研究认为,感病大豆与非寄主植物轮作 5 年以上,才能避免大豆胞囊线虫的危害,通过试验发现,选择适宜的轮作植物如万寿菊等大豆胞囊线虫拮抗植物,3 年轮作就能较好抑制大豆胞囊线虫病的发生。轮作对大豆胞囊线虫群体的作用机制目前还没有完全搞清楚,一些非寄主植物可能通过根系分泌物或毒素控制线虫群体密度。例如甘蓝、油菜、芥末等分解产生对大豆胞囊线虫病毒性物质^[8-9]。小麦等禾谷类作物产生的酚醛树脂酸也能够降低大豆胞囊线虫病虫口密度^[10-11]。一些不良寄主如豌豆,能够刺激大豆胞囊线虫病孵化,但线虫不能很好繁衍^[12-13]。据报道科学家已从多种植物中析出了

显著减少($P < 0.01$),其中,种植万寿菊、大麦后复种红三叶草、亚麻、和大麦四个处理,胞囊线虫二龄幼虫的减退率分别为 98%、95%、93% 和 80%,均高于常规轮作作物玉米区的减退率(39%)。而种植大豆则使土壤中胞囊线虫二龄幼虫的数量增加 48%,不宜连续种植。综合以上结果可以认为:合理种植万寿菊、红三叶草以及在不同生长期种植大麦和红三叶草可以减少土壤中胞囊线虫的密度,对胞囊线虫的抑制效果优于玉米(图 3)。2007 年各处理区土壤中大豆胞囊线虫二龄幼虫数量在种植之前很少,因此在收获后各轮作处理中均未检测到。唯独大豆连作区土壤中二龄幼虫数量增加了 15%。

2.3 2008 年各处理区大豆产量比较

经过三年非寄主植物轮作,各处理区的胞囊线虫得到有效控制,与连作对比,大豆产量有不同程度提高($P < 0.05$)(表 1)。尽管大豆产量受气候与环境等诸多因素的影响,总体而言,三年轮作可以减轻大豆胞囊线虫的危害,轮作的效果与寄主类型有关,万寿菊的效果最好。

植物碱类、萜类、酚类等多种多样的杀线虫物质,如万寿菊含有一种叫 α -三连噻吩的物质^[14],万寿菊的这种杀线虫物质,在好气条件下,由于紫外线照射被活化,杀线虫效果好。根的组织变化也妨碍线虫发育繁殖。拮抗植物同样可以被线虫寄生,但寄生于线虫以后会发生与非拮抗植物不同的组织变化。一般来说,根瘤线虫和异皮线虫等定居性内寄生线虫,寄生在植物以后,必须在根的中心柱形成特殊的肥大的“摄食场”,在那里摄取营养、发育繁殖。这个摄食场是一个多核的巨大细胞,又称作“合胞体”,代谢活性非常高。然而据研究发现,有的植物线虫侵入以后,根的细胞就不会肥大。万寿菊被线虫侵入后会发生过敏反应,即侵入点周边细胞迅速坏死,使线虫不能摄取养分,从而使线虫完全不能发

育或是发育中途死亡。这可能是拮抗植物万寿菊抗胞囊线虫的细胞及组织病理学机制。因为拮抗植物品种和品系间对线虫防治效果不同,连代表性的拮抗植物万寿菊也有品种的差异,在利用的时候要通过试验选择合适的品种加以利用。万寿菊作为一种经济作物,因其收益高而得到广泛推广,仅 2005 年,黑龙江省万寿菊的种植面积就达到 3.36 万 km²,近两年逐年扩大,建议大豆轮作体系中加以充分利用,将会有效地抑制大豆胞囊线虫,进而提高大豆产量。

参考文献

- [1] 吴明才,肖昌珍. 世界大豆线虫病研究概述[J]. 湖北农业科学,1999,1:38-40. (Wu M C, Xiao C Z. Survey of study on soybean cyst nematode in the world[J]. Hubei Agricultural Sciences, 1999,1:38-40.)
- [2] 许艳丽,温广月. 大豆主要病虫害研究概况 I 大豆线虫病[J]. 大豆通报,2005,1:5-7. (Xu Y L, Wen G Y. Survey of study on main plant diseases and insect pests I soybean wireworm disease [J]. Soybean Bulletin, 2005,1:5-7.)
- [3] 宛煜嵩,王珍. 中国大豆胞囊线虫抗性研究进展[J]. 分子植物育种,2004,(2)5:609-619. (Wuan Y S, Wang Z. Research progress on soybean cyst nematode (Heterodera glycines) in China [J]. Molecular Plant Breeding, 2004,(2)5:609-619.)
- [4] 朱艳,陈立杰,段玉玺. 不同耕作方式对大豆胞囊线虫群体数量的影响[J]. 大豆科学,2007,26(2):208-212. (Zhu Y, Chen L J, Duan Y X. Influence of tillage practices on the number of soybean cyst nematode population [J]. Soybean Science, 2007, 26(2):208-212.)
- [5] 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,2002,8(3):200-205. (Ruan W B, Wang J G, Zhang F S. The soybean cyst nematode (Heterodera glycines) in rhizosphere micro-ecologic system [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2002,8(3):200-205.)
- [6] Niblack T L, Chen S Y. Cropping systems and crop management practices [M]//Schmitt D P, Wrather J A, Riggs R D. Biology and Management of Soybean Cyst Nematode. 2nd ed. 2004:181-206. Marceline, MO Schmitt and Associates of Marceline.
- [7] 司兆胜,许艳丽,李兆林,等. 不同茬口种植的大豆品种根渗出物对大豆胞囊线虫卵孵化的影响[J]. 中国油料作物学报, 2004,26(3):62-66. (Si Z S, Xu Y L, Li Z L, et al. Hatch of soybean cyst nematode Heterodera glycines egg in root diffusate from resistant and susceptible soybean cultivars on different rotation systems [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2004, 26(3):62-66.)
- [8] Ellenby C. The influence of crucifers and mustard oil on the emergence of larvae of the potato root eel worm Heterodera rostochiensis Wollenweber [J]. Annals of Applied Biology, 1945,32:67-70.
- [9] Donkin S G, Eiteman M A, Williams P L. Toxicity of glucosinolates and their enzymatic decomposition products to *Caenorhabditis elegans* [J]. Journal of Nematology, 1995,27(3):258-259.
- [10] Hershman D E, Bachi P R. Effect of wheat residue and tillage on Heterodera glycines and yield of double crop soybean in Kentucky [J]. Plant Disease, 1995,79:631-633.
- [11] Blum U. Allelopathic interactions involving phenolic acids [J]. Journal of Nematology, 1996,28(3):259-267.
- [12] Sortland M E, MacDonald D H. Effect of crop and weed species on development of a Minnesota population of Heterodera glycines race 5 after one to three growing periods [J]. Plant Disease, 1987,71(1):23-27.
- [13] Schmitt D P, Riggs R D. Influence of selected plant species on hatching of eggs and development of juveniles of Heterodera glycines [J]. Journal of Nematology, 1991,23(1):1-6.
- [14] 王新国,徐汉虹,赵新清,等. 四种菊科植物 α -三萜噻吩的含量测定及杀虫活性研究[J]. 华南农业大学学报,2001,22(3):26-28. (Wang X G, Xu H H, Zhao H Q. The analysis of α -terthienyl in compositae plants and their bioactivity against mosquito larvae [J]. Journal of South China Agricultural University, 2001, 22(3):26-28.)

学术交流的平台 科技致富的帮手

邮发代号 14-150 单月刊 每册定价 6.00 元 全年 72.00 元

欢迎订阅《北方园艺》(月刊)

《北方园艺》是全国自然科学(中文)核心期刊、中国农业核心期刊、全国优秀农业期刊、黑龙江省优秀科技期刊,内容丰富、栏目新颖、技术实用、信息全面。

国内外公开发刊,单月刊,每月 15 日出版,全国各地邮局均可订阅,邮发代号 14-150,或直接向编辑部汇款订阅,竭诚欢迎全国各地科研院所人员、大专院校师生,各省、市、县、乡、镇农业技术推广人员、农民科技示范户等踊跃订阅,订阅者请在汇款单附言栏内写清订购份数,收件人姓名及详细地址、邮编。

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号 黑龙江省农业科学院《北方园艺》编辑部

邮编:150086 电话:0451-86674276 E-mail:bfybjb@163.com