

大豆胞囊线虫的行为及其对环境的适应性

陈井生¹,李肖白¹,李泽宇¹,刘大伟²,郑雅楠³,马 兰¹,刘 冰¹

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316;2. 东北农业大学 农学院,黑龙江 哈尔滨 150030;3 沈阳农业大学 林学院,辽宁 沈阳 110866)

摘要:大豆胞囊线虫是我国大豆主产区的主要病害之一,已造成大豆产量严重损失。线虫行为学是深入研究线虫生活史和线虫与寄主植物相互关系的关键。介绍了大豆胞囊线虫的休眠、侵入、运动与迁移、取食和繁殖等方面的行为以及各种行为对环境的适应,以期从行为学和生态学角度为大豆胞囊线虫病的防治提供依据。

关键词:大豆胞囊线虫;行为学;环境适应性

中图分类号:S435.651

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)11-0047-03

线虫是一种低等的无脊椎动物,普遍寄生于植物、昆虫、人类以及某些动物上,或自由生活于土壤、淡水和海水环境中。大豆胞囊线虫(*Heterodera glycines* Ichinohe)是进化程度较高的植物寄生线虫,多分布在温暖和冷凉地区,是大豆生产上的重要病害。该病害主要分布在我国东北和黄淮海两个大豆产区,尤其东北地区多年连作大豆的干旱、沙土和盐碱土等大豆产区发生普遍,严重地块大量减产,甚至颗粒无收^[1]。大豆胞囊线虫由于在土壤环境下存活时间长和对不良环境的适应导致防治极其困难。

线虫的行为是其本身适应环境变化的一种主要手段,大豆胞囊线虫主要表现为生存行为,如取食、侵染和繁衍后代等。在长期进化过程中,大豆胞囊线虫的行为对环境条件变化具有一定的适应性。大豆胞囊线虫行为学和环境适应性方面的研究对于深入了解线虫与寄主植物的相互关系和探索新的防治途径具有重要意义。该文就线虫行为学以及对环境的适应性方面的研究予以概述,以期寻求新的防治途径提供参考。

1 大豆胞囊线虫的休眠

大豆胞囊线虫的休眠是其度过逆境条件或缺乏寄主时的主要策略^[2]。胞囊线虫每条成熟雌虫可产卵 200~500 个,雌虫生命结束时,表皮变厚、变硬,变为淡褐至深褐色,整个雌虫的躯体变成一个胞囊,由它(度过休眠期和不良环境)来保护卵度过不良环境条件和越冬或休眠^[3]。留在胞囊内

收稿日期:2011-09-06

基金项目:公益性行业(农业)科研专项资助项目(200903040-03);大庆市高新区创新基金资助项目(DQGX08YF020)

第一作者简介:陈井生(1982-),男,内蒙古自治区海拉尔区人,硕士,助理研究员,从事大豆胞囊线虫抗性育种和生物控制研究。E-mail:jingsheng6673182@163.com。

Comprehensive Management and Development Preview of Biological Invasion

NIU Ji-yuan

(Suzhou Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Suzhou, Jiangsu 215021)

Abstract: Biological invasion is the secondary disaster during utilizing and transforming the nature by human beings. By analyzing the route of transmission of biological invasion, which caused much harm to the ecological environment and human society, some methods aiming to prevent or eradicate invasive species were summarized systematically. Finally some new ideas about how to understand the phenomenon of biological invasion and make use of invasive species were presented.

Key words: biological invasion; comprehensive management; social history; cultural psychology

的卵可以长期存活,在没有任何寄主的土壤可保持生活力 10 a 之久。胞囊线虫的成熟雌虫子宫里充满了卵,体壁变褐鞣化,形成坚硬的保护层,以休眠状态度过不良环境,且因不良环境的恶劣程度,线虫进入不同状态的休眠。休眠使线虫群体成功越冬。研究发现在大豆生长季节部分线虫也存在休眠现象。

有研究报道当土温降至 22℃ 时,北卡罗来纳洲大豆胞囊线虫群体休眠开始,线虫卵休眠时,即使温度适宜,孵化率也较低;群体的休眠是由大豆生长季节末的特定条件诱导产生的^[4]。吴海燕等研究发现季节对胞囊内卵的孵化有较大的影响,出苗期孵化率最高,收获期最低,同时沈阳地区大豆胞囊线虫在正常和逆境条件下均有部分卵表现休眠^[5]。大豆胞囊线虫白色胞囊和褐色胞囊的滞育期不同,白色胞囊和褐色胞囊的孵化率明显比白色胞囊的低;褐色胞囊内海藻糖含量较高,海藻糖酶活性较高,说明褐色胞囊内卵的滞育率较高^[6]。

大豆胞囊线虫因为其特殊的生活史:通过胞囊来休眠越冬,抵御一定强度的环境压力,是对环境适应的一种表现。研究证实在大豆胞囊线虫休眠期可以通过提高温度增加光照时间来诱导卵孵化,以提高孵化数量^[7]。

2 大豆胞囊线虫的侵染和取食

大豆胞囊线虫的卵孵化出二龄幼虫,寻找寄主根系,然后进入根内,在感病品种的根系维管束组织建立取食位点,由于线虫背食道腺体的壶腹内的分泌颗粒积累,在寄主根的取食点形成合胞体,合胞体是多核的大细胞,是由于临近的细胞壁融解,最后形成统一的细胞壁,构成一个多核的大细胞^[8]。合胞体的细胞质代谢非常旺盛,合胞体是线虫的代谢库,营养物质丰富,原生质浓度高,利于线虫的寄生和继续发育,只有形成合胞体才能建立寄生关系。在感染品种的根系内合胞体可持续 20 d,在抗病品种的根系内或者不能形成合胞体或者合胞体很快崩溃,抑制线虫发育^[9]。线虫的取食是个复杂的过程,秀丽小杆线虫(*Caenorhabditis elegans*)取食过程中会对土壤环境中的细菌食物进行分辨,鉴别高品质、低品质或有毒细菌,通过神经递质血清素的释放增加,决定线虫是否选择取食或离开。

3 大豆胞囊线虫的运动

大豆胞囊线虫完成生活史在孵化后需要向寄

主植物的运动和取食位点间的运动,因此运动是侵染和取食的必要条件。此外线虫表现出多种运动行为方式,线虫能够向前向后运动,能够左右两侧运动,成熟雄虫寻找雌虫伸出交合刺进行交配,这些行为都是在神经的支配下完成的^[1,3]。

随着对环境的适应,线虫的虫体行为也发生变化,一般来说,植物寄生线虫在 10~30℃ 保持生活力,此外还与大豆胞囊线虫的运动与寄主植物的生长发育状况有关。由于自身因素和外界环境条件制约,大豆胞囊线虫在土壤环境下本身的运动距离很有限。总的来说,植物寄生线虫一年运动的距离在 1~2 m。随着对环境的适应线虫的虫体运动行为会发生变化,在适应的温度下线虫有化学趋性反应的高峰。

4 大豆胞囊线虫的繁殖

大豆胞囊线虫是两性交配繁殖,卵是胚胎卵,雌虫成熟后由雄虫受精,受精卵在雌虫体内发育,逐渐成熟,成熟后卵可以排出体外也可不排除体外,排在虫体末端外边的乱囊可长期存活。胞囊线虫内的卵,孵化出二龄幼虫在第 4 次蜕皮后雌虫膨大,雄虫变成细长蠕虫。大豆胞囊线虫的性细胞包括雌虫的卵和雄虫的精子,雌虫卵巢的顶端是生殖区,经减数分裂后形成单体的卵母细胞,沿卵巢向前生长,逐渐成熟。在雄虫精巢的顶端也是生殖区,经减数分裂形成单倍体的精原细胞,沿精巢向前生长。大豆胞囊线虫的染色体, $n=9$,四倍体的个体 $n=18$,还没有区分出性染色体。不同生理小种之间的交配导致后代发生变异^[3]。

有些线虫例如根结线虫,其性别分化不是受遗传结构的影响而是受外界环境条件制约的。在胞囊线虫属的各个种中,线虫的雌雄比例总是在变动,在逆境(干旱)条件下,雌幼虫没有能力发育成雄幼虫,雌虫减少导致雄雌比例增加。大豆胞囊线虫的性分化是遗传因素控制,但是性的比例受环境影响。

5 讨论

20 世纪 50 年代以来,人们开始关注植物寄生线虫行为学方面的研究,大部分集中在秀丽小杆线虫的行为和行为机制^[10]。线虫的许多行为来自外部环境和内部的刺激,外源系统常常包括中枢神经系统调控的,由环境变化刺激产生的快速反应,内部系统控制取食等。线虫的行为是适

应环境作出功能调节的重要组成部分,使其在不良或极端环境中得以生存,提高生存力。沈阳农业大学段玉玺等人通过研究环境因素对大豆胞囊线虫的影响,首次提出了大豆胞囊线虫环境适应性的概念。研究结果表明,大豆胞囊线虫可以耐受各种不同的环境压力,如温度、土壤湿度、土壤类型、pH、离子浓度、植物分泌物、化学防治和耕作制度等各种环境因素^[11]。生物在适应环境的同时,也能够影响环境。当环境条件出现较大的变化时,适应就变成了不适应,有时还成为有害的甚至致死的因素,这也是通过大豆胞囊线虫环境适应性研究来控制线虫危害的方向之一^[12-13]。

线虫病的防控是一个非常复杂的问题,线虫行为学方面的研究将通过干扰线虫的行为来控制线虫病的发生。今后对大豆胞囊线虫的行为学和环境适应性领域还有待进一步研究,以期从生态学角度降低大豆胞囊线虫群体水平,科学指导生产,从而减少其危害造成的经济损失。

参考文献:

- [1] 段玉玺. 植物线虫学[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [2] Yen J H, Niblack T L, Wiebold W J. Dormancy of *Heterodera glycines* in Missouri[J]. Journal of Nematology, 1995, 27(2): 153-163.
- [3] 刘维志. 植物病原线虫学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [4] Hill N S, Schmitt K P. Influence of temperature and soybean phenology on dormancy induction of *Heterodera glycines*[J]. Journal of Nematology, 1989, 21(3): 361-369.
- [5] Wu Haiyan, Duan Yuxi, Li Xiuxia. Dormancy of the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*[J]. Acta Zoologica Sinica, 2006, 52(3): 498-503.
- [6] Li Xiuxia, Wu Haiyan, Shi Libo, et al. Comparative studies on some physiological and biochemical characters in white and brown cysts of *Heterodera glycines* race 4[J]. Nematology, 2009, 11(3): 465-470.
- [7] 孙晶双, 郑雅楠, 段玉玺, 等. 温度、光照和土壤含水量对大豆胞囊线虫休眠卵孵化的影响[J]. 大豆科学, 2009, 28(4): 690-692.
- [8] 吴海燕, 远方, 陈立杰, 等. 大豆胞囊线虫病与大豆抗胞囊线虫机制的研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(4): 286-289.
- [9] 段玉玺. 植物线虫病害防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [10] 杨振德, 赵博光, 郭建. 松材线虫行为学研究进展[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2003, 27(1): 87-92.
- [11] Duan Yuxi, Zheng Yanan, Chen Lijie. Effects of abiotic environmental factors on soybean cyst nematode[J]. Agriculture Science in China, 2009, 8(3): 317-325.
- [12] Zheng Yanan, Duan Yuxi, Chen Senyu. Responses of soybean cyst nematode *Heterodera glycines* to macroelement and microelement compounds[J]. Bulg. J. Agric. Sci., 2010, 16: 172-180.
- [13] 郑雅楠. 大豆胞囊线虫环境适应性研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2009.

Behavior and Environmental Adaptability of the Soybean Cyst Nematode

CHEN Jing-sheng¹, LI Xiao-bai¹, LI Ze-yu¹, LIU Da-wei², ZHENG Ya-nan³, MA Lan¹, LIU Bing¹

(1. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316; 2. Agronomy College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 3. Forest Department of Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: The soybean cyst nematode *Heterodera glycines* is a plant-parasitic nematode which causes serious damage to soybean with subsequent economic loss to producers worldwide. Nematode behavior is an important issue in understanding of their ways of life or parasitic relationships. This paper summarized the progresses in the behavior studies of *Heterodera glycines*, especially the behaviors of dormancy invasion, movement, feeding, reproduction and environmental adaptability. It is expected to control the damage from behavioral and ecological perspective.

Key words: soybean cyst nematode; behavior; environmental adaptability

(该文作者还有于吉东, 单位同第一作者)