

水稻茎线虫病研究进展

刘树芳¹, 董丽英¹, 李迅东¹, 张建洲², 杨勤忠^{1*}

¹云南省农业科学院农业环境资源研究所, 云南 昆明 650205; ²楚雄市种子管理站, 云南 楚雄 657000

摘要: 水稻茎线虫病是水稻主要病害之一,能造成水稻严重减产。在我国水稻茎线虫属于检疫对象。该病害在孟加拉国、印度及缅甸等危害严重。本文结合国内外研究现状,从水稻茎线虫病原、形态、分布、症状等方面综述了水稻茎线虫病的研究进展,以期为我国开展检疫和防治提供参考。

关键词: 水稻; 水稻茎线虫; 发生; 分布

Research progress of rice ufra disease

Shu-fang LIU¹, Li-ying DONG¹, Xun-dong LI¹, Jian-zhou ZHANG², Qin-zhong YANG^{1*}

¹Institute of Agricultural Environment and Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming, Yunnan 650205, China; ²Chuxiong Seed Service Center, Chuxiong, Yunnan 657000, China

Abstract: The rice ufra disease, caused by *Ditylenchus angustus*, is one of the important rice diseases that can cause severe yield loss. *D. angustus* is the quarantined pest in China. Ufra disease has seriously damaged rice production in countries such as Bangladesh, India and Myanmar. Here, we summarized the research progress of rice ufra disease in terms of its biology, morphology, distribution of *D. angustus*, as well as symptoms on rice in the field. This information is of significance for carrying out plant quarantine and management in China.

Key words: *Oryza sativa*; *Ditylenchus angustus*; occurrence; distribution

水稻茎线虫病又名稻窄茎线虫病、稻褐斑线虫病(洪剑鸣和董贤明,2006),该病于1913年在孟加拉国首先发现(Butler,1913),并命名为 *Tylenchus angustus*,1936年更名为 *Ditylenchus angustus* (Bultler) Filipjev 并沿用至今。水稻茎线虫病在印度、孟加拉国、缅甸、巴基斯坦、泰国、越南、菲律宾、马来西亚等亚洲国家均报道有发生。我国早在1986年就将水稻茎线虫列为禁止入境的危险性有害生物,并对来自水稻茎线虫疫区的水稻及其附属产品、寄主植物及其产品等采取了严格的检疫措施,严防水稻茎线虫的传入(黄可辉和郭琼霞,2003;李芳荣等,2015)。

随着“一带一路”国家战略的实施,我国与世界各国的贸易日趋频繁,因此在加强合作交流的基础上,如何保障我国的粮食安全成为新的历史使命。本文综合国内外相关研究,阐述了我国水稻检疫性

病害——水稻茎线虫病的国外发生危害和研究现状,以期为我国的水稻生产和粮食安全提供参考。

1 水稻茎线虫病的分布与危害

1.1 病原及形态学

水稻茎线虫病病原线虫(Butler,1913;Filipjev,1936),属垫刃目粒线虫科茎线虫属。由于物种内的个体差异和环境因素的不同,导致 *D. angustus* 的体长(L)、体长/最大体宽(a)、体长/体前端至食道与肠连接处的距离(b)、体长/尾长(c)等形态特征有所差别,雄虫 L 0.7~1.25 mm, a 36.0~63.7, b 5.42~9.0, c 15.0~24.0;雌虫 L 0.6~1.1 mm, a 36.0~60.0, b 6.0~8.0, c 10.4~26.0(戚龙君等,2002;Bultler,1913;Das & Bajaj,2008;Goodey,1932;Mi-an & Latif,1994;Seshadri & Dasgupta,1975)。在分子鉴定方面,Ibrahim *et al.* (1994)依据秀隐杆线虫 *Caenorhabditis elegans* 的18S和26S核糖体RNA

收稿日期(Received): 2016-05-21 接受日期(Accepted): 2016-07-04
基金项目: 科技部国家国际科技合作项目(2011DFB30040); 云南省对外科技合作计划(国际科技合作)项目(2014IA009)
作者简介: 刘树芳,男,硕士研究生。研究方向: 植物病理。E-mail: lshufang80@163.com
* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: qzhyang@163.com

基因的保守序列设计 PCR 引物进行扩增,并利用限制性内切酶酶切 PCR 产物后进行电泳分析,可将 *D. angustus* 和 *Aphelenchoides* 划分开。

1.2 分布及危害

D. angustus 主要分布在孟加拉国、印度、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、缅甸、泰国南部以及越南的湄公河流域三角区 (CABI/EPPO, 2015; Kyndt, 2014)。Cuc & Kinh (1981) 报道了越南于 1975—1980 年在湄公河三角区发生水稻茎线虫病,水稻减产达 50%~100%;Cox & Rahman (1980) 报道,泰国南部水稻茎线虫病的发生造成水稻减产 20%~90%;2014 年,缅甸伊洛瓦底省因水稻茎线虫病暴发,水稻产量较正常年份减产 70% 左右 (IAPPS, 2014)。Latif *et al.* (2013a) 开展了单一接种 *D. angustus* 或水稻干尖线虫 *A. besseyi* 和不同比例混合接种时对粮食产量影响的研究,试验表明,仅接种 *D. angustus* 时,粮食产量损失达 62%,比仅接种 *A. besseyi* 和不同比例混合接种的产量损失高。由于水稻茎线虫病危害的严重性,中国、老挝和日本等国家均将其列为检疫对象 (黄可辉和郭琼霞, 2003; 李芳荣等, 2015; 李喜阳, 1998)。

1.3 症状

Das *et al.* (2011) 研究表明, *D. angustus* 侵染水稻 10~15 d 后即表现病状。其症状在水稻整个生育期不同部位均可表现。发病初期,幼嫩叶片褪绿、畸形;随着病程的发展,叶片出现分散的暗斑,茎干节间区域变深褐色,叶基部和叶鞘扭曲或畸形,下部节间膨胀;发病末期,叶片褪绿,全株枯萎或死亡。若发生在孕穗期,受害严重的穗和穗轴变暗褐色,穗常被包裹在已发病的叶鞘内,造成水稻不能正常抽穗,发生较轻的虽能正常抽穗,但不能结实或仅穗的顶部少量结实 (洪剑鸣和董贤明, 2006; Rahman, 2003)。

Butler (1913) 按照是否抽穗将该病害的症状分为 2 种类型:“Thor”型,即叶片和穗扭曲,不能抽穗;“Pucca”型,即能抽穗但不能结实或少量结实。Cox & Rahman (1980) 将该病害的症状分为 3 种类型:ufra I,被叶鞘包裹不能正常抽穗;ufra II,稻穗未完全抽穗,下部稻穗被叶鞘包裹,不能结实;ufra III,稻穗能正常抽穗但大部分不能结实。

1.4 发病条件

在水稻生产季节特别是高温高湿条件有利于

病害发生,当温度为 27~30 ℃、相对湿度在 75% 以上发病较严重 (Bridge *et al.*, 2005; Bridge & Starr, 2007; Cuc & Kinh, 1981; Rahman & Evans, 1987)。

1.5 侵染危害

D. angustus 在适宜的温、湿度条件下,通过在植物体内的取食和迁移,不仅造成水稻叶片褪绿、畸形,不能正常抽穗 (Rahman & Evans, 1987),而且降低了水稻的抵抗能力,易引起其他病害的发生,增加感染的风险。Ali *et al.* (1997a) 研究表明,由于 *D. angustus* 的侵染,水稻体内氮含量明显增加,加重了如稻瘟病 *Magnaporthe oryzae* Hebert、叶鞘腐败病 *Sarocladium oryzae* (Sawada) 和细菌性条斑病 *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* 等病害的发生。

2 生活史

Ali *et al.* (1997b) 研究表明, *D. angustus* 能在 1~30 ℃ 下存活,发育最适宜温度为 25 ℃。雌虫成熟后,当温度达到 10.6 ℃ 即可产卵;随着温度升高,孵化时间缩短,在 20、25、30 ℃ 下分别需 4、3、2 d 即可孵化;温度高于 35 ℃ 时,雌虫不产卵且卵也不能孵化。在相对湿度 75%、温度为 30 ℃ 条件下水稻茎线虫 10~20 d 可完成一个世代 (Kyndt, 2014)。在东南亚和南亚,由于地理位置邻近赤道和印度洋,受海洋季风的影响常年高温高湿,为 *D. angustus* 的侵染提供了有利的自然条件 (Plowright & Gill, 1994)。在植物收获后,寄生于水稻残株、土壤、寄主植物和种子里越冬 (Cox & Rahman, 1979; Cuc, 1982; Ibrahim & Perry, 1993; Kinh, 1981; Prasad & Varaprasad, 2002)。当温度和湿度适宜时, *D. angustus* 再次侵染水稻植株或寄主。

3 传播途径

研究表明,当湿度达 75% 以上时, *D. angustus* 能完成从土壤到水稻植株、从病残体到健康植株的侵染过程,当湿度大于 85% 时也可通过水稻叶片的接触从带病植株侵染到健康植株 (Bridge *et al.*, 2005; Cuc & Kinh, 1981; Perry, 1995; Rahman & Evans, 1987)。

D. angustus 的生命力极强,在花和叶鞘内至少能存活 6 个月 (Bridge *et al.*, 2005; Latif *et al.*, 2011);在干燥的土壤里能存活 1.5 个月,在淹水的土壤里至少也存活 4 个月 (Butler, 1913);在含水量高于 14% 的饱满谷粒和空瘪的谷粒中也能存活

(Butler, 1919; Das *et al.*, 2011; Ibrahim & Perry, 1993)。研究还表明,将种子在太阳下暴晒 1 d (32 ℃),并存放在 (22±5) ℃ 保存 3 个月后仍有 27% 的水稻感染茎线虫病 (Prasad & Varaprasad, 2002)。因此,灌溉水、地表径流、水稻残株、穗、种子等为 *D. angustus* 的传播创造了条件。

4 寄主范围

D. angustus 对水稻专性寄生,寄主包括栽培稻和野生稻以及部分杂草,如亚洲栽培水稻 *Oryza sativa* L.、普通野生稻 *O. rufipogon*、非洲栽培稻 *O. glaberrima*、阔叶稻 *O. latifolia*、疣粒稻 *O. meyeriana*、印度野生稻 *O. nivara*、药用稻 *O. officinalis*、野生红稻 *O. perennis* 和光头稗 *Echinochloa colona* (L.)、水禾 *Hygroryza aristata* (Retz.) Nees、间序囊颖草 *Sacciolepis interrupta* (Wild.) Stapf 等杂草 (Prasad *et al.*, 2011; USDA, 2011)。

5 防治措施

清洁田园,清除病残体和田间杂草,采取水旱轮作模式以及种植早熟品种,能降低水稻茎线虫病发病 (Chakraborti, 2000; Rahman, 2003)。利用抗性品种也能较好地控制水稻茎线虫的发生。Khanam *et al.* (2016) 从 85 个水稻品种中,筛选到 1 个具有高抗水稻茎线虫病的地方品种 (Manikpukha) 及 6 个抗病的品种。呋喃丹、灭线磷、异狄氏剂和久效磷等化学药剂对 *D. angustus* 的防治效果较好,其中以呋喃丹的防治效果最好 (Latif *et al.*, 2011、2013b)。由于化学药剂易造成环境污染的问题,相关国家正开展植物源杀虫剂如印楝素防治水稻茎线虫病的研究工作 (Chakraborti, 2000; Latif *et al.*, 2006)。

6 展望

水稻茎线虫病是水稻重要病害,该病具有发病快、防治难且病原线虫在水稻植株、种子中存活时间长等特点。病原线虫一旦侵入水稻,会造成水稻减产甚至绝收。大湄公河次区域是亚洲主要的水稻种植区和出口区,而该病在泰国、缅甸、越南均有报道,这些国家又与中国云南省比邻。“一带一路”国家战略的实施和国际间贸易的日趋频繁,增加了水稻茎线虫病的传入风险。为保障我国粮食安全,在加强进口种质材料及其附属物严格检疫的同时,需进一步开展风险评估分析,并通过国际合作,监

测水稻茎线虫病在周边国家的发生,以防传入我国 (王峰等, 2007)。

参考文献

洪剑鸣, 董贤明, 2006. 中国水稻病害及其防治. 上海: 上海科学技术出版社.

黄可辉, 郭琼霞, 2003. 水稻茎线虫风险分析. 福建稻麦科技, 21(4): 12-14.

李芳荣, 龙海, 程颖慧, 谢泳桂, 冯建军, 李一农, 2015. 我国公布的进境植物检疫性线虫名录及其演变. 中国植保导刊, 35(9): 62-65.

李喜阳, 1998. 老挝植物检疫性有害生物名录. 中国进出口动植物检 (2): 28-29.

戚龙君, 宋绍林, 林茂松, 2002. 水稻茎线虫检疫鉴定方法: SN/T 1136-2002. 北京: 中国标准出版社.

王峰, 王志英, 刘雪峰, 2007. 8 种检疫线虫传入黑龙江的风险评估. 中国农学通报, 23(1): 351-354.

Ali M R, Fukutoku Y and Ishibashi N, 1997a. Effect of *Ditylenchus angustus* on the growth of rice plants. *Nematological Research (Japanese Journal of Nematology)*, 27(2): 52-66.

Ali M R, Kondo E and Ishibashi N, 1997b. Effect of temperature on the development and reproduction of *Ditylenchus angustus* on fungal mat of *Botrytis cinerea*. *Nematological Research (Japanese Journal of Nematology)*, 27(1): 7-13.

Bridge J, Luc M, Plowright R A and Peng D, 2005. Nematode parasites of rice // Luc M, Sikora R A and Bridge J. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing: 87-130.

Bridge J and Starr J L, 2007. Rice (*Oryza sativa*) // Bridge J and Starr J L. *Plant Nematodes of Agricultural Importance: A Colour Handbook*. London: Manson Publishing: 52-54.

Butler E J, 1913. Disease of rice; an eelworm disease of rice. *Agricultural Research Institute Bulletin*, 34(B): 1-37.

Butler E J, 1919. The rice worm (*Tylenchus Angustus*) and its control. *Memoirs of the Department of Agriculture in India (Botanical Series)*, 10: 1-37.

CABI/EPPO, 2015. *Ditylenchus angustus* (rice stem nematode). [2015-10-06]. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/19285>.

Chakraborti S, 2000. An integrated approach to managing rice stem nematodes. *International Rice Research Notes*, 25(1): 16-17.

Cox P G and Rahman L, 1979. The overwinter decay of *Ditylenchus angustus*. *International Rice Research Newsletter*, 4(5): 14.

Cox P G and Rahman L, 1980. Effects of ufra disease on yield

- loss of deepwater rice in bangladesh. *Tropical Pest Management*, 26(4): 410–415.
- Cuc N T T and Kinh D N, 1981. Rice stem nematode disease in Vietnam. *International Rice Research Newsletter*, 6(6): 14–15.
- Cuc N T T, 1982. Field soil as a source of rice stem nematodes. *International Rice Research Newsletter*, 7(4): 15.
- Das D and Bajaj H K. 2008. Redescription of *Ditylenchus angustus* (Butler, 1913) Filipjev, 1939. *Annals of Plant Protection Sciences*, 16(1): 195–197.
- Das D, Choudhury B N and Bora B C, 2011. Management of ufra disease in deep water rice through nematicides and observations on ufra nematode, *Ditylenchus angustus*. *Indian Journal of Nematology*, 41(1): 26–28.
- Filipjev I N, 1936. On the classification of the Tylenchinae. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 3(2): 80–82.
- Goodey T, 1932. The genus *Anguillulina* Grev. and v. Ben., 1859, vel *Tylenchus Bastian*, 1985. *Journal of Helminthology*, 10(2/3): 75–180.
- IAPPS, 2014. Stem nematode threatens rice in Ayeyarwady Region, Myanmar. [2014–11–18]. <https://iapps2010.wordpress.com/2014/11/18/stem-nematode-threatens-ayeyarwady-region-myanmar/>.
- Ibrahim S K and Perry R N, 1993. Desiccation survival of the rice stem nematode *Ditylenchus angustus*. *Fundamental and Applied Nematology*, 16(1): 31–38.
- Ibrahim S K, Perry R N, Burrows P R and Hooper D J, 1994. Differentiation of species and populations of *Aphelenchoides* and of *Ditylenchus angustus* using a fragment of ribosomal DNA. *The Journal of Nematology*, 26(4): 412–421.
- Khanam S, Akanda A M, Ali M A, Kyndt T and Gheysen G, 2016. Identification of Bangladeshi rice varieties resistant to ufra disease caused by the nematode *Ditylenchus angustus*. *Crop Protection*, 79: 162–169.
- Kinh D N, 1981. Survival of *Ditylenchus angustus* in diseased stubble. *International Rice Research Newsletter*, 6(6): 13.
- Kyndt T, Fernandez D and Gheysen G, 2014. Plant-parasitic nematode infections in rice: molecular and cellular insights. *Annual Review of Phytopathology*, 52(1): 135–153.
- Latif M A, Akter S, Kabir M S, Ali M A, Hossain M A and Rahman M L, 2006. Efficacy of some organic amendments for the control of ufra disease of rice. *Bangladesh Journal of Microbiology*, 23(2): 118–120.
- Latif M A, Haque A, Tajul M I, Monsur M A and Rafii M Y, 2013a. Interactions between the nematodes *Ditylenchus angustus* and *Aphelenchoides besseyi* on rice: population dynamics and grain yield reductions. *Phytopathologia Mediterranea*, 52(3): 490–500.
- Latif M A, Ullah M W, Rafii M Y and Tajul M I, 2011. Management of ufra disease of rice caused by *Ditylenchus angustus* with nematicides and resistance. *African Journal of Microbiology Research*, 5(13): 1660–1667.
- Latif MA, Yusop M R, Miah G, Akter M S and Ali M A, 2013b. Chemical control of ufra disease of rice: a simple profitability analysis. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2): 716–720.
- Mian I H and Latif M A, 1994. Ultrastructure and morphometrics of *Ditylenchus angustus* (Butler, 1913) Filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae). *Nematological Research (Japanese Journal of Nematology)*, 24(1): 14–19.
- Perry R N, 1995. Rice stem nematode *Ditylenchus angustus* development and survival. *International Rice Research Notes*, 20(2): 21–22.
- Plowright R A and Gill J R, 1994. Aspects of resistance in deepwater rice to the stem nematode *Ditylenchus angustus*. *Fundamental and Applied Nematology*, 17(4): 357–367.
- Prasad J S and Varaprasad K S, 2002. Ufra nematode, *Ditylenchus angustus* is seed borne. *Crop Protection*, 21(1): 75–76.
- Prasad J S, Somasekhar N and Varaprasad K S, 2011. Status of rice nematode research in India. [2011–07–14]. <http://www.rkmp.co.in/sites/default/files/ris/research-themes/Status%20of%20Rice%20Nematode%20Research%20in%20India.pdf>.
- Rahman M F, 2003. Ufra — a menace to deepwater rice // Trivedi P C. *Advances in Nematology*. Jodhpur, India: Scientific Publishers: 115–124.
- Rahman M L and Evans A A F, 1987. Studies on host-parasite relationships of rice stem nematode, *Ditylenchus angustus* (Nematoda: Tylenchida) on rice, *Oryza sativa*, L. *Nematologica*, 33(4): 451–459.
- Seshadri A R and Dasgupta D R, 1975. *Ditylenchus angustus*. C. I. H. descriptions of plant-parasitic nematodes. *Commonwealth Institute of Helminthology Set 5, No. 64*. Wallingford, UK: CAB International.
- USDA (U.S. Department of Agriculture, Animal Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine), 2011. *New Pest Response Guidelines: Ditylenchus angustus (Butler) Filipjev; Rice Stem or Ufra Nematode*. Washington, D.C.: Government Printing Office.