

木霉在园林园艺植物上的应用研究进展

董平¹, 赵培宝¹, 张秀省¹, 朱衍杰¹, 禚方杰², 刘本新¹

(1. 聊城大学 农学院, 山东 聊城 252059 2. 青岛市明村小学, 山东 青岛 266723)

摘要:木霉菌是一类重要的生防真菌,随着人类对环保和健康的日益关注,木霉菌在农业生产中得到了广泛的应用,特别是在园艺和园林植物上也受到重视,开展了较多的研究和应用,现对木霉菌的生防机制以及在园林园艺植物上的研究进展进行了概述,并对其在园林园艺植物上的应用前景进行了展望。

关键词:木霉菌;园林园艺植物;作用机制;应用

中图分类号:S 476.8 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-0009(2012)20-0179-04

木霉(*Trichoderma spp.*)属半知菌亚门丝孢纲丝孢目丛梗孢科木霉菌属真菌。是一类分布广泛的土壤习居菌,广泛存在于土壤、根围、叶围、种子和球茎等生态环境中。木霉菌除个别为弱病原菌外,大多数可产生多种对植物病原真菌、细菌及昆虫具有拮抗作用的生物活性物质,因此被广泛用于生物防治、生物肥料及土壤改良剂。1932年 Weindling^[1]首次发现木霉菌可寄生于多种植物病原真菌,尤其是对一些土传真菌具有拮抗作用,由此人们对木霉菌有了初步了解。20世纪60年代木霉菌的分类地位得以确定后,至20世纪70年代国内外对木霉菌的拮抗作用及其机制做了深入研究。目前,木霉菌已经广泛用于多种植物真菌病害的防治,特别是对立枯丝核菌、镰刀菌、疫霉菌等引起的土传病害具有较好的防治效果^[2]。由于化学农药对环境的负面影响

较为严重,所以对环境较为友好的生物农药木霉菌受到了广泛的关注。

1 木霉生防机制

目前,国内外深入开展了木霉生防机制的研究,发现其生防作用包括多种机制,如抗生作用、竞争作用、重寄生作用以及诱导抗性。

1.1 拮抗作用

木霉菌拮抗作用是通过产生小分子的抗生素和大分子的抗菌蛋白或胞壁降解酶类来抑制病原菌的生长、繁殖和侵染。其机制目前仍在探索中,多认为是几种机制同时或顺序作用的综合。Di Pietro等^[3]从哈茨木霉菌和终极腐霉菌的相互作用的培养物中提取出了胶霉毒素,结果表明,1 L培养液中增加75 mg几丁质酶可以减少50%的胶霉毒素用量而起到同样的效果。肖淑芹等^[4]研究表明,辣椒疫霉拮抗木霉菌株TR39对辣椒疫霉的抑制机制有重寄生和竞争作用。曾华兰等^[5]分离得到2个哈茨木霉菌株,这2种菌株对引发麦冬根腐病的尖孢镰刀菌的抑制率分别达到84.07%和83.47%,其拮抗作用的机制在于营养和空间竞争、寄生2种形式;另外,各种拮抗代谢物和各种细胞壁降解酶之间也存在协同作用。

第一作者简介:董平(1986-),女,在读硕士,研究方向为园林有害生物治理。E-mail: zixinzzuimeili@163.com.

责任作者:赵培宝(1969-),男,副教授,硕士生导师,研究方向为植物病害生物防治。E-mail: zhaopeibao@lzu.edu.cn.

基金项目:国家“863”计划资助项目(2011AA090704);山东省中青年科学家基金资助项目(2009B5B01454)。

收稿日期:2012-05-21

The Progress and Research Method of Plant Root Growth

ZHU Yan-jie, ZHANG Xiu-sheng, MU Hong-mei, DONG Ping

(College of Agriculture, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059)

Abstract: The relationship between the root growth and two main factors moisture and nutrients which influence the plant root growth, and other factors on the influence of the root growth were analyzed and summarized. Several routine methods of root research detection and studies of modern technology and method of root system were summarized.

Key words: plants; root system; growth; research methods

1.2 竞争作用

木霉菌可以通过快速生长和繁殖而夺取水分和养分、占有空间、消耗氧气等,以至削弱和排除同一生境中的其它有害病原物。郭敏等^[6]进行了拟康氏木霉对几种病原菌的抑菌活性检测,结果发现,对峙培养 5 d 时拟康氏木霉生长迅速,对灰葡萄孢霉、尖孢镰刀菌、番茄叶霉病菌、番茄早疫病菌、辣椒疫霉、辣椒炭疽菌的抑制率分别为 73%、62%、86%、77%、68%、91%,表现出明显的竞争作用。唐孜等^[7]的研究表明,木霉对香蕉枯萎病菌的抑制率在 90% 以上。木霉还能通过分泌一些物质来抑制其它病原菌的生长。解树涛等^[8]对康宁木霉 SMF2 分泌的 peptaibols 类抗菌肽的抑菌活性进行了研究,结果表明,该分泌物对普通金黄色葡萄球菌和 1 株临床分离的多抗金黄色葡萄球菌有较好的抑制作用。在尹丹韩等^[9]的研究中发现木霉对黄瓜根围土壤细菌群落可产生显著影响,表现为对蓝细菌、 β -变形细菌、葡萄球菌、伯克霍尔德菌、沙雷氏菌、酸杆菌和一些不可培养细菌的有效抑制作用。

1.3 重寄生作用

木霉重寄生作用是指木霉在特定的环境里形成的对另一种微生物识别、接触、缠绕及穿透后抑制或溶解寄主菌丝的现象,是木霉主要拮抗机制之一。胡东维等^[10]在研究哈茨木霉菌株 NF9 和 TC3 对辣椒疫霉病菌的作用时,通过超微结构与细胞化学研究表明,木霉菌丝能够缠绕并寄生疫霉菌菌丝,且重寄生作用主要发生在培养基内的菌丝上。程丽云^[11]研究发现,木霉菌对红麻灰霉菌和水稻纹枯病菌有很强的寄生作用,但未发现寄生于炭疽菌、镰刀菌等植物病原真菌,表明木霉菌对寄主病原真菌具有寄生专化性。郭润芳^[12]在木霉菌对林木病害的研究中发现,木霉菌 T88 对不同的病原菌重寄生作用方式不同,T88 菌丝螺旋状缠 *R. solani* 菌丝,并产生钩状分支,而在杨树烂皮病菌的菌丝上平行或波浪式生长或穿透病原菌的菌丝生长。木霉对不同的植物病原真菌重寄生作用方式不同。在高克祥等^[13]的研究中发现,对峙培养中,木霉菌缠绕病原菌的菌丝,或沿着病原菌的菌丝平行或波浪式生长,或产生钩状分枝、吸器或附着胞吸附于病原菌的菌丝上,或穿透病原菌的菌丝,最终使病原菌的菌丝细胞原生质浓缩,菌丝断裂等现象。在宋晓妍等^[14]的试验中发现,拮抗木霉菌在重寄生过程中产生了一系列降解病原菌细胞壁的水解酶,如几丁质酶、纤维素酶、木聚糖酶、葡聚糖酶和蛋白酶等,其中以几丁质酶、葡聚糖酶和蛋白酶的作用为主,也研究的最为深入。据 Elad 等^[16]研究发现,哈茨木霉对灰霉病的防治主要是通过产生一种能使消解植物细胞壁的病原菌降解的蛋白酶,这种蛋白酶能直接毒害病原菌的萌发,并且使病原菌的酶钝化,从而阻止病原菌侵入植物细胞。目前已发现,木霉菌至少可寄生 18 个属

的 29 种植物病原真菌,比较重要的病有: *Sclerotium*, *Helminthosporium*, *Fusarium*, *Armillaria*, *Collettrichum*, *Rhizoctonia*, *Verticillium*, *Venturia*, *Endothila*, *Pythophthora*, *Diaporthe*, *Fusicladium* 和 *Gaeumannomyces* 等^[16]。

1.4 诱导抗性

木霉菌可以诱导寄主植物产生防御反应,不仅能直接抑制病原菌的生长和繁殖,而且能诱导作物产生自我防御系统获得抗病性。1-氨基环丙烷羧酸(ACC)合成酶和 ACC 氧化酶在抗病信号分子乙烯的生物合成中起重要作用。Avni 等^[17]发现绿色木霉能够诱导烟草 ACC 合成酶和 ACC 氧化酶活性,从而提高烟草属作物的抗病性。郭敏等^[18]发现,经拟康氏木霉菌胞壁多糖(TPWS)处理的幼苗枯萎病和灰霉病发病率降低,这与 TPWS 诱导了幼苗的抗病性有关,且这种抗性是系统的、非特异性的。郭敏等^[19]还发现拟康氏木霉胞外多糖浓度为 200 mg/L 时,与植物系统抗性相关酶苯丙氨酸解氨酶、过氧化物酶、多酚氧化酶的活性显著升高。Viterbo 等^[20]对绿色木霉进行研究发现,绿色木霉刺激黄瓜产生的分裂素蛋白激酶能参与植物的信号转导途径,从而诱导黄瓜产生系统抗性,抑制由丁香假单胞菌引起的细菌性角斑病。

1.5 抗生作用

许多木霉在代谢过程中可产生对病原菌具有拮抗作用的抗生素和酶类,如:木霉菌素、绿木霉素、胶霉素、抗菌肽等。木霉菌 1 个菌株可产生多种抗生素,如哈茨木霉菌可产生 12 种,康氏木霉菌可产生 9 种^[15]。这些抗生素的化学性质各不相同,包括戊酮、辛酮、萜类、多肽和氨基酸衍生物等大部分木霉菌株都能够产生一类具有广谱抑菌活性的抗菌肽-peptaibols。研究表明 peptaibols 还可与细胞壁降解酶协同作用抑制病原真菌的生长^[19]。Peltola 等^[22]的研究还发现 peptaibols 具有诱导肿瘤细胞凋亡,抗某些特定的病毒以及抑制线虫生长的能力。José 等^[23]的研究表明生防木霉中的抗生素代谢产物对提高植物的抗病性有很好的效果。此外,一些木霉菌产生的挥发性代谢物质,也可以不同程度地抑制病菌菌落生长,有些抑菌率甚至可达到 80% 以上^[24]。

2 木霉及其制剂在园林园艺上的应用研究进展

2.1 木霉对园艺园林植物的作用

木霉的作用机制多种多样,对不同的植物其作用也不同。木霉作为一种高效的生防因子,首先是在植物的防病治病上有着广泛的应用。木霉菌对植物生长的影响与根际土壤中微生物种类、数量以及木霉菌和土壤微生物之间相互作用等因素有关。在邱登林等^[25]的研究中发现土壤中施用黄绿木霉 T1010,能促进樱桃番茄根际土壤中其它有益微生物的生长,促进开花结果。孙冬梅等^[26]的研究也表明,施用黄绿木霉菌混剂对提高番茄质量、改善土壤环境具有很好的作用。目前研究表明,

在园艺作物上,木霉对由灰霉菌、镰刀菌、疫霉菌、丝核菌、腐霉菌、链格孢菌等效果显著^[27-31];在园林植物上,对杨树叶枯病、杨树烂皮病菌、杨水泡溃疡病菌、苹果腐烂病菌等多种病菌有较好的抑制作用^[12,32]。其中对土传性病害的防治效果尤为显著。目前已报道木霉在园林园艺植物上的防治对象寄主主要有:黄瓜、番茄、辣椒、甜瓜、西瓜、烟草、大白菜、葡萄、苹果、柑桔、杨树、土豆、花生、菜豆、大豆、牛豆、豌豆、茄子、草莓、甜菜、油菜、百合等^[12,30,34-36]。此外木霉对药用植物人参、地黄、川穹等也有较好的防治效果^[36-39]。

木霉除了作为一种重要的生防因子,在促进植物生长方面也有很好的效果。木霉在植物根部定植后,可以产生植物生长调节剂,抑制或降解根际有害物质、增加养分利用率,从而促进植物生长,或是通过产生激发子诱导植物形成胞壁沉积物、合成抗菌物质以诱导植物产生局部或系统抗性^[40]。在陈伯清等^[41]的研究中还发现,木霉 HT-03 对番茄幼苗叶绿素产生有促进作用。胡琼^[42]研究发现木霉对植物种子的活力、幼苗根系活性、株高及幼苗叶片中叶绿素和可溶性蛋白含量等都有显著的促进作用。梁志怀等^[43]也发现哈茨木霉发酵产物对豇豆的发芽势、苗期生长、氮素利用能力、叶绿素含量均有显著的促进效果。由此可见,木霉在促进植物生长方面应用潜力巨大。

2.2 木霉及其制剂在园林园艺植物上的应用

自 1932 年 Weindling 发现木霉菌的生防作用,木霉菌相关的研究与应用发展非常迅速,目前商品化的木霉制剂已经运用到生产中。国内外已经开发出 50 多种木霉商品化制剂^[44],主要为菌丝制剂、孢子制剂和厚垣孢子制^[45]。这些制剂在生防、改善土壤以及促进这屋生长等方面都有较好的效果。王勇等^[46]研究发现,加入硅藻土、黄原胶、SDS、几丁质等助剂的 50%绿色木霉菌孢子可湿性粉剂,在田间试验中对番茄灰霉病、黄瓜白粉病的防效分别为 80.06%和 79.16%。胡明江等^[47]验证了绿色木霉对大白菜软腐病的田间药效,结果表明,绿色木霉制剂对大白菜软腐病的防治效果不但明显且优于农用链霉素,其持效期长,使用绿色木霉制剂 36 kg/hm²的增产率可达 63.33%,而且其它病害的发病程度也明显降低。梁巧兰等^[48]发现深绿木霉对百合疫霉病有较好的防治效果。陈建爱等^[49]研究了木霉在温室中的作用,发现施用黄绿木霉能改善土壤生态环境,有效促进番茄根系的发育。在美国利用哈茨木霉 T39 来防治蔬菜和柑橘类植物镰刀菌引起的根部病害,在印度,利用哈茨木霉防治镰刀菌引起的豌豆枯萎病有效率达到 60%。近几年国内学者将木霉用于杜仲、人参、三七等中药材病害的生物防治也获得了较好的效果。目前为止,木霉菌生防制剂已占据了真菌杀菌剂近一半的市场份额。

3 前景与展望

近些年,木霉菌的研究与应用得到了快速的发展。结合生物化学、遗传学、及分子生物学等研究方法,目前国内外对木霉的生防作用研究较为普遍,但还有待进一步深入。首先是对木霉生防机制的研究,深入的掌握木霉菌对病原微生物的作用机制有助于木霉在园林园艺领域更加高效的开发利用。木霉菌及其产生的拮抗物质和水解酶,均具有协同作用,它们还可以和一些杀菌剂、抗生素进行复配,实现优势互补,从而可以开发防效更强,防治范围更广的生防菌剂;其次木霉的促生机制是目前有关木霉的另一研究方向。目前有相关研究表明,木霉能改善土壤环境、促进植物生长、提早开花,这对园艺花卉的工厂化生产有积极的意义。

随着木霉菌在农作物上的研究与应用机制日趋完善,木霉菌及其代谢产物在园林园艺植物上势必会有广阔的应用前景,尤其是在增强园林园艺植物对病害的防御性、促进园林园艺植物生长、改善园林园艺作物土壤以及增加营养物质的吸收利用率等方面。近年来,木霉菌在生防机制、对园艺植物生长的影响、生防制剂等方面的研究、开发方面已有大量的报道。而在倡导绿色农业的大背景下,人们越来越深刻地认识到长期大量使用化学农药对生态环境和人类健康的危害,因此在农业上广为重视的生防菌木霉,在园林园艺上也必将展现出更加广阔的开发及应用前景。

参考文献

- [1] Weindling R. *Trichoderma lignorum* as a parasite of other soil fungi[J]. *Phytopathology*, 1932, 22: 837-845.
- [2] 郭润芳,刘晓光,高克祥,等.拮抗木霉菌在生物防治中的应用与研究进展[J]. *中国生物防治*, 2002, 18(4): 180-184.
- [3] Di Pietro A, Lorito M, Hayes C K, et al. Endochitinase from *GUocladium virens*: isolation, characterization, and synergistic antifungal activity in combination with cliotixin[J]. *Phytopathology*, 1993, 83: 308-313.
- [4] 肖淑萍,薛春生,曹远银.辣椒疫霉菌拮抗木霉的筛选及抑菌机制研究[J]. *北方园艺*, 2011(5): 26-28.
- [5] 曾华兰,叶鹏,盛何炼,等.利用木霉对麦冬根腐病的生转防治研究[J]. *世界科学技术—中医药现代化基础研究*, 2006, 8(5): 63-66.
- [6] 郭敏,柳春燕,陈靠山.拟康氏木霉对蔬菜病原真菌的拮抗作用及对番茄灰霉病的防效的初步研究[J]. *安徽农学通报*, 2008, 21(14): 156-157, 102.
- [7] 唐孜,刘任,程东美,等.木霉和杀菌剂对香蕉枯萎病菌的抑制作用[J]. *广东农业科学*, 2006(12): 54-55.
- [8] 解树涛,宋晓妍,石梅,等.康宁木霉(*Trichoderma koningii*) SMF2 分泌的 peptaibols 类抗菌肽 *Trichokonins* 抑菌活性研究[J]. *山东大学学报(理学版)*, 2006, 41(6): 140-144.
- [9] 尹丹韩,高观朋,夏飞,等.生防菌哈茨木霉 T4 对黄瓜根围土壤细菌群落的影响[J]. *中国农业科学*, 2012, 45(2): 246-254.
- [10] 胡东维,王源超,徐颖.木霉对辣椒疫霉菌抑制作用的超微结构与细胞化学[J]. *菌物系统*, 2003, 22(1): 95-100.
- [11] 程丽云.木霉菌(*Trichoderma spp.*)的种类鉴定及生防菌株的筛选[D].福州:福建农林大学,2007.
- [12] 郭润芳.木霉菌(*Trichoderma spp.*)对林木病害生防机制的研究

- [D]. 保定:河北农业大学,2002.
- [13] 高克祥,刘晓光,郭润芳,等. 木霉菌对五种植物病原真菌的重寄生作用[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2002,33(1):37-42.
- [14] 宋晓妍,孙彩云,陈秀兰,等. 木霉生防作用机制的研究进展[J]. 中国农业科技导报,2006,8(6):20-25.
- [15] 陈伯清,屈海泳,刘连妹. 木霉菌在园艺植物上的应用研究进展[J]. 安徽农业科学,2008,36(12):4960-4963.
- [16] Elad Y, Barak R, Chet I. The possible role of lectins in mycoparasitism [J]. Bacterial, 1983, 154:1431-1435.
- [17] Avni A, Bailey B A, Mattoo A K, et al. Induction of ethylene biosynthesis in *Nicotiana tabacum* by a *Trichoderma viride* xylanase is correlated to the accumulation of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid (ACC) synthase and ACC oxidase transcripts[J]. Plant Physiology, 1994, 106(3):1049-1055.
- [18] 郭敏,柳春燕,陈靠山. 拟康氏木霉胞壁多糖对黄瓜抗病性的诱导作用[J]. 天然产物研究与开发, 2009, 21:748-751, 781.
- [19] 郭敏,石磊,陈靠山. 拟康氏木霉胞外多糖对番茄灰霉病的诱抗作用及对几种防御酶活性的影响[J]. 曲阜师范大学学报, 2005, 31(2):99-102.
- [20] Viterbo A, Harel M, Horwitz B A, et al. *Trichoderma* mitogen-activated protein kinase signaling is involved in induction of plant systemic resistance [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2005, 71:6241-6246.
- [21] 汪浩,汪天虹. 瑞氏木霉木聚糖酶基因的克隆、序列分析及在酵母中的表达[J]. 山东轻工业学院学报, 2002, 16(3):13-16.
- [22] Peltola J, Ritieni A, Mikkola R, et al. Bio logical effects of *Trichoderma harz ianum* peptaibols on mammalian cells [J]. Appl Env iron Micr obiol, 2005, 70:4996.
- [23] José Luis Reino, Raul F. Guerrero, Rosario Hernández-Galán, Isidro G. Collado [C]. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*, 2008.
- [24] 高克祥,刘晓光,郭润芳,等. 木霉菌对杨树树皮溃疡病菌拮抗作用的研究[J]. 林业科学, 2001, 37(5):11-15.
- [25] 邱登林,阴卫军,陈建爱,等. 黄绿木霉 T1010 对日光温室土壤微生物群落的影响[J]. 山东农业科学, 2011(1):59-62.
- [26] 孙冬梅,迟莉,张树权,等. 黄绿木霉及其混剂对番茄植株·土壤环境的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(4):1793-1795.
- [27] Grosch R, Scherwinski K, Lottmann J, et al. Fungal antagonists of the plant pathogen *Rhizoctonia solani*: selection, control efficacy and influence on the indigenous microbial community [J]. Mycological Research, 2006, 110:1464-1474.
- [28] 李春杰,徐艳丽,赵志全. 木霉颗粒剂对大豆根腐病的防治作用[J]. 大豆科学, 2009, 28(3):499-501.
- [29] 潜仙凤,钱荷富,王森林. 木霉菌防治灰霉病药效试验[J]. 浙江柑桔, 2009, 26(3):42-43.
- [30] 刘限,郭培磊,高增贵,等. 木霉菌 REMI 转化体对番茄灰霉病的防治及其机理的研究[J]. 植物保护学报, 2008, 34(5):80-85.
- [31] 张艳丽,刘春元,袁虹霞,等. 生防菌株对地黄枯萎病的防治效果及其促生作用[J]. 河南农业科学, 2005(4):46-48.
- [32] 周秀华,崔磊. 3 株木霉对杨树叶枯病原菌的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(8):4572-4573.
- [33] 高克祥,刘晓光,陈晋江,等. 木霉菌株 T95 生物学特性的研究[J]. 河北林果研究, 1998, 13(4):359-366.
- [34] 郭润芳,刘晓光,高克强,等. 拮抗木霉菌在生物防治中的应用与研究进展[J]. 中国生物防治, 2002, 18(4):180-182.
- [35] 闫敏,李磊,霍晓兰,等. 利用木霉防治地黄枯萎病的研究[J]. 山西农业科学, 2009, 37(4):70-72.
- [36] 曾华兰,叶鹏盛,何炼,等. 木霉菌防治川芎根腐病的初步研究[J]. 西南农业学报, 2005, 18(4):427-430.
- [37] 曾华兰,叶鹏盛,李琼芳. 中药土传病害拮抗木霉的筛选与应用初探[J]. 云南农业大学学报, 2002, 17(4):386-388.
- [38] 周淑香,李小宇,张连学,等. 6 株木霉菌对人参锈腐病的防治效果[J]. 中国生物防治, 2010, 26(S1):71-74.
- [40] 赵蕾,滕安娜. 木霉对植物的促生及诱导抗性研究进展[J]. 植物保护, 2010, 36(3):43-46.
- [41] 陈伯清,屈海泳,刘连妹,等. 木霉 HT-03 对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 中国蔬菜, 2007(4):19-21.
- [42] 胡琼. 木霉对植物促生作用的研究进展[J]. 北方园艺, 2010(7):197-200.
- [43] 梁志怀,魏林,罗赫荣,等. 哈茨木霉发酵产物对豇豆萌发及苗期生长的影响[J]. 湖南农业科学, 2004(1):18-20.
- [44] Woo S L, Scala F, Ruocco M, et al. The molecular biology of the interactions between *Trichoderma spp.*, Phytopathogenic fungi and Plants [J]. Phytopathology, 2006, 96:181-185.
- [45] 唐永庆,许艳丽,张红骥,等. 木霉制剂的生防应用研究及发展前景[J]. 黑龙江农业科学, 2008(1):111-113.
- [46] 王勇,王万立,刘春艳,等. 生防绿色木霉菌可湿性粉剂的研究 [C]// 第四届全国绿色环保农药新技术、新产品交流会暨第三届生物农药研讨会论文集, 2006.
- [47] 胡明江,邢光耀,戴明勋,等. 绿色木霉制剂防治大白菜软腐病田间药效试验[J]. 北方园艺, 2008(7):236-237.
- [48] 梁巧兰,魏列新,徐秉良. 深绿木霉 T2 菌株对百合疫病菌拮抗作用及机制[J]. 公共植保与绿色防控, 2011(6):865.
- [49] 陈建爱,祝文婷,李润芳,等. 黄绿木霉 T1010 定殖动态及其对日光温室耕层土壤结构性状的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(2):649-653.

Application and Research Progress of *Trichoderma* Fungi in Gardening Plants

DONG ping¹, ZHAO Pei-bao¹, ZHANG Xiu-sheng¹, ZHU Yan-jie¹, ZHUO Fang-jie², LIU Ben-xin¹

(1. College of Agriculture, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059; 2. Mingcun Primary School, Qingdao, Shandong 266723)

Abstract: *Trichoderma* is an important class of fungal biocontrol agents. With the wide application of *Trichoderma* in agricultural production, *Trichoderma* fungi's biological control in gardening plants is also increasingly apparent, receiving extensive attention in recent years. In this paper the biocontrol mechanisms of *Trichoderma* as well as the research progress and the application in landscape gardening plants were summarized, and the application of *Trichoderma* in landscape gardening plants was prospected.

Key words: *Trichoderma* fungi; gardening plants; function; application