

综 述

木霉菌在生物防治上的应用及拮抗机制^{*}

王 芊

(黑龙江省农科院植保所, 哈尔滨 150086)

摘要: 简述了拮抗木霉菌在生物防治上的应用前景。许多木霉种群如哈茨木霉、绿色木霉、钩状木霉、长枝木霉等都是植物病原真菌的拮抗菌。木霉菌的作用机制多种多样, 包括产生抗生素、重寄生作用、溶菌作用、竞争作用等。

关键词: 木霉菌; 生物防治; 拮抗机制

中图分类号: S476.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002- 2767(2001)01- 0041- 3

Utilization and Mechanism of *Trichoderma* in Biological Control

WANG Qian

(Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract The prospect of antifungal *Trichoderma* in the utilization of biological control was analysed. Many Kinds of *Trichoderma* can be used as a method of biological control against plant pathogens. such as *T.harzianum*, *T.viride*, *T.hamatum* and so on. The antifungal mechanism of *Trichoderma* is varied, including antibiotic, dissolve hypha, parasitism and competition.

Key words *Trichoderma*; biological control; antifungal mechanism

木霉菌属于半知菌亚门、丝孢纲、丝孢目、粘孢菌类, 是一类普遍存在的真菌, 常见于土壤中, 是土壤微生物的重要群落, 也见于植物残体及动物粪便上, 从植物根围、叶片及种子、球茎表面经常可以分离到^[9]。木霉菌作为一种资源丰富的拮抗微生物, 在植病生防中具有重要的、不可忽视的作用。木霉菌的拮抗作用具有广谱性, 具资料显示, 木霉菌至少对 18 个属 29 种病原真菌有拮抗作用。

1 木霉菌在生物防治上的应用

1.1 木霉菌在土壤中的应用

许多木霉种群如哈茨木霉 (*T.harzianum*), 绿色木霉 (*T.viride*), 钩状木霉 (*T.hamatum*) 都是植物病原真菌的拮抗菌。早在 1981 年, 用以防治李属果树银叶病的木霉制剂已在西欧国家商品化生产。在中国江浙一带有用木霉制剂防治茉莉花白绢病的报道。Bliss^[3] 用 CS₂ 熏蒸土壤, 控制了密环菌引起的柑桔根腐病, 他认为是土壤中原有木霉菌迅速定殖

和繁殖的结果, Ohr 等 (1973) 后来证实了这一点。在哥伦比亚原始苗圃丝核菌的抑制土壤中, 存在着大量的钩木霉, 用加热或者 γ 射线处理土壤, 能消除土壤对丝核菌的抑制性, 重新引入哈茨木霉又恢复了这种抑制性。腐霉病的抑制性土壤, 也主要归功于土壤中原有的木霉菌的作用^[4]。Wells 等 (1972) 用固体培养基培养哈茨木霉, 已广泛地用于田间防治番茄的白绢病; Backman 等用一种糖渍硅藻土培养哈茨木霉, 用来防治花生白绢病, 可以连续 3 年增产, 且施用量较少。用固体培养基培养的木霉菌, 特别是哈茨木霉, 对洋葱白腐病, 棉花和黄瓜黄萎病及多种作物的猝倒病和疫病等有防效。陈文瑞^[5, 6] 用麦麸-砂子培养哈茨木霉, 其防治温床番茄猝倒病的效果优于敌克松, 和五氯硝基苯效果不相上下。用麦麸-砂子作培养基, 作木霉制剂不仅取材方便、成本低廉, 而且不会污染环境, 很适于温床或者温室的苗床使用。据杨雨环报道^[7], 用木霉防治辣椒白绢病试

^{*} 收稿日期: 2000- 08- 24

作者简介: 王芊 (1969-), 女, 助研, 在读硕士, 目前从事植物病理研究

验中,当菌剂在发病前施用,可大大减少发病株率,其小区及盆栽试验结果均显示其防效比粉锈宁 4 000倍液防效略优。徐同等^[8]用 0.6% (w/w) T₈₂麸皮培养物处理土壤,人工接种白绢病菌、立枯丝核菌及瓜果腐霉 20 d后,黄瓜发病率分别比对照减少 46.5%、28.4%和 81.2%。马平等^[9]在对木霉菌和棉铃疫病作用研究中,将木霉与寡雄腐霉进行拌种制成颗粒剂撒入土壤,也取得了令人满意的结果。

在以往实验中,分生孢子的生防效果很好^[3~5],但是,深罐发酵生产纯分生孢子的商业化产品也是比较困难的。Jordan(1974)用纯的分生孢子防治草莓黄萎病效果很好,而且能刺激植株生长。把木霉菌的生物发酵制品加入土壤,不仅繁殖迅速,而且比纯分生孢子或厚垣孢子的防病效果好。钩木霉、哈茨木霉和绿色木霉发酵制剂,在土壤中可以减少丝核菌的存活和生长,也能减轻其引起的番茄果腐病。大面积土壤处理需要大量的木霉制剂,这已成为限制其应用的重要因素之一,所以用木霉菌处理种子的研究也比较多,用钩木霉分生孢子处理豌豆和萝卜种子,对其猝倒病有良好防效;用哈茨木霉紫外光突变株的分生孢子处理种子,也获得了很好的效果;用拟亚木霉处理大豆种子和哈茨木霉处理玉米种子都可提高出苗率,并刺激植株生长。

1.2 木霉菌在地上部分的应用

在美国用哈茨木霉夏季接种红枫树,可以保证其在 21 个月内不受层担子菌危害^[14];Grosclaude(1970)用锯刀修剪洋梨的同时,把绿色木霉接种于伤口,能有效地防治银叶病;Ricard(1977)把喜凉的多孢木霉和绿色木霉,分别用于防治洋梨银叶病和蘑菇上的轮枝菌的危害,这在法国和英国已被注册;Tronson等(1977)在苹果花期喷撒喜凉的哈茨木霉分生孢子,成功地防治了眼斑病。

在不影响拮抗菌活力前提下,结合某些农业或者理化的防病措施,不仅有助于增强拮抗菌竞争存活上的优势,同时又有削弱病菌的活性,使之对拮抗菌的作用更为敏感,这些防病措施的综合在防效上具有累加性的特点。①与农业措施相结合;②与日晒相结合。日晒处理土壤,使土壤中病原菌接种体含量降低,同时伴随着一些生防真菌种群量增大;③木霉菌与杀菌剂相结合。使木霉菌和杀菌剂综合的化学防治和生物防治,明显地包含有共生作用。病原菌和土壤微生物区系一样,可被化学农药所减弱,这时木霉菌的竞争对手少,因此能很容易地定殖下来。

以前关于木霉菌的应用大都集中在土传病害研

究,人们在生产中逐渐认识到,叶面微生物的种群可直接或间接地影响叶面以至其它部位病害,这促使人们把集中于土传和根部病害生物防治的注意力扩展到叶面微生物。

2 木霉菌的生物防治机制

木霉菌的作用机制多种多样,包括①产生抗生素。许多木霉菌株产生挥发性或不挥发性的抗生素类物质^[2]。据报道,木霉菌产生抗真菌代谢产物至少在 32种以上。多数种类产生的抗生素不只一种,如哈茨木霉可产生 12种,康氏木霉可产生 9种,绿色木霉可产生 10种……这些抗生素的化学性质各不相同,包括了戊酮、辛酮、类萜、多肽和氨基酸衍生物等几大类。在多项试验中,木霉菌与病原菌对峙培养中抑菌带的出现,都说明它在代谢过程中产生了某些抗生物质;②重寄生作用。这也是木霉菌作为拮抗菌最重要的机制,许多显微观察实验也证实了这一点;③溶菌作用。木霉菌有时不与寄主菌丝有直接接触,同样可以引起它们的解体,最终消失,这与木霉菌产生的 β -1,3-葡聚糖苷酶、几丁质酶和纤维素酶等有关。通过酶的作用,使真菌细胞壁遭到破坏,继而引起原生质体解体;④竞争作用。木霉菌对营养和空间具有强烈的竞争能力,并在抑制病原菌的过程中起主要作用。

Weidling(1932)曾在光学显微镜下观察到,木素木霉的气生菌丝可缠绕到立枯丝核菌菌丝上。这之后,许多人都通过显微观察发现,木霉菌可用其菌丝缠绕病原菌的菌丝壁,并使病菌的细胞质浓缩或变稀薄而不能正常生长,产生分枝吸附于病原菌菌丝上,侵入和穿透,并通过酶的作用分解菌丝细胞壁,使之消解或从菌丝隔膜处断裂。王未名等^[11]在光学显微镜下观察到,6种土传病原真菌菌丝和木霉菌丝在对峙培养 2 d开始交叉生长,病菌菌丝受到明显限制。从培养 3~6 d的病菌和木霉菌交界面处及病菌处取样,作徒手涂片后观察到,立枯丝核菌菌丝被木霉菌丝缠绕、寄生,病原菌丝细胞变短;大丽轮枝菌等菌丝生长受抑制,病菌菌丝开始弯曲生长,有的地方产生圆圈,表现为环形生长。病原菌丝前端变细,内容物减少,菌丝断裂并开始解体。文成敬等^[12]在实验中发现木霉菌与丝核菌菌丝之间除了平行生长和互相缠绕外,还观察到原生质凝聚和不正常液泡的出现。他认为这也许是木霉代谢产物中的有毒物质以及木霉分泌的胞外酶在拮抗中的作用。路炳声^[13]在研究康氏木霉对立枯丝核菌的寄生作用时发现,用光镜和扫描电镜观察一致表明,纤细

的康氏木霉菌丝缠绕,贴在立枯丝核菌菌丝上,最终导致后者菌丝细胞原生质凝结,菌丝变形干瘪和断裂。

Dennis在1988年研究了木霉菌对那些与真菌菌丝同样粗细的塑料丝的反应,发现它们从来不缠绕到这些塑料丝上。这表明缠绕菌丝不仅仅是由于接触的刺激作用。据证实缠绕的原因是由于病原菌菌丝上存在一种植物凝血素,它和木霉菌细胞壁上的糖类物质结合所致。薛高娣等^[14]对木霉 TR-5 菌株对6种致病真菌的对峙测定表明,拮抗作用的表现不是产生抑菌圈,而是使病原菌菌丝生长明显受到抑制。木霉菌生长旺盛,产生大量短绒状气生菌丝和分生孢子丛,并直接在病原菌菌落上生长,逐渐将病原菌消解。在木霉菌对棉铃疫病作用研究中也发现,木霉菌和致病菌在菌丝接触前,病菌菌丝顶端有消解现象,而且菌丝扭曲很严重,在两菌丝接触的地方,病原菌菌丝原生质出现浓缩,菌丝停止生长。徐同^[8]在研究木霉菌株 T₈₂和 N₁₉对几种土传病原真菌拮抗作用时,除肯定重寄生是其主要拮抗机制外,还从 T₈₂菌株中分离到一种小分子量的蛋白质类的活性物质,并在体外测定中证明了它具有与活菌相同的对立枯丝核菌的拮抗活性。

关于木霉菌产生抑菌物质问题,国外研究较多,但都限于抑菌物质本身(Brian, Hemming, 1945; Brian, Mc Gowan, 1946 Vischer et al.)。木霉可产生绿色菌素(Viridin)和胶霉毒素(Gliotoxin)等抑菌物质。这些物质非常不稳定,尤其在低pH条件下,随着pH降低,毒性降低。绿色菌素在水溶液中(pH 3.5)很快失去活性,胶霉毒素易于氧化,对热敏感,100℃ 10 min即钝化了。然而据资料显示,康氏木霉产生的抑菌物质,经高温高压灭菌后,其抑菌能力仍很强,这可能说明除了已知的抗菌素外,还有耐高温高压而抑菌作用很强的物质存在,且其抑菌物质的抑菌效果与培养时间呈直线回归关系,培养85 d后,其抑菌作用仍很强。费陀李奇克和法金尔法拉司(1955)研究发现,木霉菌产生的抑菌物质是结晶状

的,稀释30万倍后对 R. solani 仍有致死作用^[15]。

哈茨木霉能诱导产生一系列几丁质酶和 β -1,3-葡聚糖酶^[2],这两种酶对病原真菌细胞壁降解有重要作用,从而抑制病原菌孢子萌发。Harman最近发现,上述细胞壁降解酶具有协同作用,并与杀菌剂及细菌生防因子也有协同作用,展示了生防应用的前景。

参考文献:

- [1] 徐同.木霉分子生物学研究进展[J].真菌学报,1996,15(2): 143-148.
- [2] 陈延熙.增产菌的应用与研究[J].生物防治通报,1985,1(2): 22-23.
- [3] 李良.哈茨木霉对茉莉白绢病生物防治研究[J].浙江农业大学学报,1983,9(3): 221-225.
- [4] 张硕成.木霉菌生态学及其在生防中的应用[J].应用生态学报,1991,2(1): 85-88.
- [5] 陈文瑞,李能芳,文成敬.木霉培养物防治温床蕃茄幼苗猝倒病研究[J].植物保护,1990,16(6): 26.
- [6] 陈文瑞,李能芳,文成敬.用木霉培养物防治温床蕃茄幼苗猝倒病[J].四川农业大学学报,1991,9(1): 167-170.
- [7] 杨雨环,燕嗣皇,陆德清.木霉防治辣椒白绢病和猝倒病试验研究[J].贵州农业科学,1996,6(2): 31-34.
- [8] 徐同,钟静萍,李德葆.木霉对土传病原真菌的拮抗作用[J].植物病理学报,1993,23(1): 63-66.
- [9] 马平,沈崇尧.木霉菌和腐霉菌对棉铃疫病的作用研究[J].生物防治通报,1993,9(3): 122-125.
- [10] 高克祥,王淑红,刘晓光.木霉菌株 T₈₈对7种病原真菌的拮抗作用[J].河北林果研究,1999,14(2): 159-162.
- [11] 王未名,陈建爱,孙永堂,等.六种土传病原真菌被木霉抑制作用机理的初步研究[J].中国生物防治,1999,15(3): 142-143.
- [12] 文成敬,陶家凤.用木霉防治棉苗立枯病[J].西南农业学报,1990,3(2): 53-56.
- [13] 路炳声,焦琼.康氏木霉与立枯丝核菌的寄生关系[J].山西农业大学学报,1990,4(1): 8-10.
- [14] 薛高娣,李娟,陈永萱.木霉(TR-5)对病原真菌的拮抗机制和防病效果研究[J].南京农业大学学报,1995,18(1): 31-36.
- [15] 焦琼,路炳声,史步娟,等.康氏木霉抑菌物质的抑菌效果[J].中国生物防治,1995,11(3): 122-124.

(上接第28页)

品种长势不如晚熟品种。综合考虑黑龙江省历年气候特点,应以适当比例搭配种植中早熟和晚熟品种,以尽量避免自然风险。以上分析和预测,为学术上的探讨,仅供参考。

参考文献:

- [1] 农业部信息中心分析处.2000年9月下旬大豆产品市场评述[DB/OL]. <http://www.gari.org.cn/analysis/Bngshu/default>, 2000-10-10/2000-10-12.