

木霉生防菌对植物生长的影响*

张旭东, 刘云龙, 张中义

(云南农业大学, 云南省植物病理重点实验室, 云南 昆明 650201)

摘要: 自木霉(*Trichoderma*)被发现具有生防价值以后,对其重寄生作用和拮抗成分的分析投入了大量的研究。而对植物生长的影响却被忽略了。象根瘤菌(rhizobia)和菌根真菌(mycorrhizae)一样,木霉能够对植物的生长产生明显的影响。它能产生植物毒性成分而抑制植物生长,也能通过产生激素和根际竞争能力促进植物生长,特别是它能诱导植物产生抗性。因此,仅对其抑制病原菌的能力进行讨论是不足够的。木霉在促进植物生长和诱导植物产生抗性具有真正的潜能。

关键词: 木霉;根际竞争能力;诱导抗性

中图分类号: Q 939.92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2001)04-0299-05

现已知道,与植物根部有紧密联系的微生物能直接影响植物的生长和发展。植物病原微生物对植物的有害影响一直是研究的主要方向,而有益影响的微生物,例如根瘤菌、促进植物生长的植物根际细菌以及菌根真菌的作用也是了解的较为清楚。木霉(*Trichoderma*)研究的最初方向主要是它们通过重寄生作用控制植物病害和拮抗物质成份的分析。尽管木霉可以促进或抑制植物生长的现象已经被提出了许多年,但其影响的机理研究目前只取得了很小的进展。木霉是促进植物生长还是抑制植物生长因土壤中木霉菌种间(外源种与固有种之间)及与其它微生物之间的相互作用和影响、土壤条件及植物根系的变化而变得复杂。Thuy^[1]进行的研究说明了上述问题的复杂性,实验中,木霉对辣椒种子发芽促进和抑制的现象并存,而同时,土壤中固有种及其它微生物也被认为也参与了作用。因此,木霉对植物生长的影响既有促进的一面,又有抑制的一面。

1 抑制植物生长

现阶段,对木霉拮抗成份已进行了大量研究。木霉产生的对植物有毒性的活性成份主要为胶霉毒素和绿胶霉素,它们分别是一类表硫代二酮吡嗪复合物(epidithiodiketopiperazine)和固醇类物质

(sterol),平皿实验中在 1 mg/L 浓度下,抑制芥菜种子发芽及根的生长^[2],但在相同浓度下,它们并不抑制红色苜蓿和小麦发芽说明不同植物品种对胶霉毒素和绿胶霉素的忍受度是不同的。在这两种活性成份高浓度条件下,小麦胚根鞘能发生膨胀反应,对白芥菜发芽产生危害,产生子叶萎黄的症状。胶霉毒素和绿胶霉素在偏酸性环境(pH 4.0)比在中性环境(pH 6.0)活性强,可能是由于增加了它们稳定性的缘故。Wright^[3]观察到了一些木霉菌种产生大量的胶霉毒素和绿胶霉素,而同时,另外一些种检测不到产生这两类物质,说明不同木霉菌株在产生着两种物质间存在差异。绿色木霉(*Trichoderma virens*)在无土培养基上能产生绿胶霉素和胶霉毒素^[3]。胶霉毒素与绿胶霉素对植物产生的毒性影响比它们作为抑菌物质的影响要低的多^[4]。目前,胶霉毒素与绿胶霉素对植物产生毒性的机理还处于研究阶段。Haraguchi^[5]发现胶霉毒素抑制了植物乙酰乳酸合成酶(ALS)的活性,而 ALS 参与支链氨基酸的生物合成,在植物生长培养物中加入支链氨基酸部分减轻了胶霉毒素对植物生长产生的毒性。同时,胶霉毒素也抑制植物其它一些酶的活性^[6,7]。

木霉某些种也产生二氢绿胶霉素衍生物,二氢绿胶霉素是由绿胶霉素经酶催化后产生。二氢绿

* 收稿日期: 2001-11-07

作者简介: 张旭东(1975-),男,山西省怀仁县人,硕士研究生,主要研究方向为植物病害生物防治。

胶霉素有非常弱的拮抗活性,但有强的除草活性。二氢绿胶霉素对大部分植物有毒性作用,其毒性作用远远高于木霉的其它代谢产物。将多种产毒菌株混合接入土壤中产生的二氢绿胶霉素,其对一年生植物产生强的毒性,而对单子叶植物产生弱的毒性^[8]。典型的症状是降低了种子发芽率及降低植物根部及地上部分的重量。当粉末状的产二氢绿胶霉素菌株接种在种有芥的土壤中后,明显抑制了芥的发芽。二氢绿胶霉素对植物毒性包括抑制种子发芽和危害植物幼苗,但并不对所有植物都产生毒性,例如棉花虽然对二氢绿胶霉素是敏感的,但它的发芽并不受其毒性影响。Jones 和 Hancock^[9]经过深入研究后,推断绿色木霉可能是坏死营养型的致病菌。在土壤中,二氢绿胶霉素的有效期比较短,在接种土壤 5~6 d 后数量达到最高,但 2 周后在土壤中就难以检测到了。

木霉在培养过程中也产生其它对植物有毒性的代谢产物。Cutler^[10]用小麦胚芽鞘黄化实验证明了绿色木霉 (*Trichoderma virens*) 和哈茨木霉 (*Trichoderma harzianum*) 产生的 6-戊基- α -吡喃酮 (6-pentyl- α -pyrone) 能够抑制植物生长,6-戊基- α -吡喃酮最初发现于天然桃木香精中,现已人工合成相当有效的工业制剂,这种活性成份已证明对在温室生长的豆类植物,谷物以及烟草是不产生毒性的。Cutler 和 Jazyno^[11]使用同样的小麦胚芽鞘黄化实验证明了从哈茨木霉中分离到的哈茨吡啶酮 (harzianopyridone) 对植物同样产生毒性,当其在 0.01 mol/L 浓度下,对豆类,谷物及烟草都是有毒性的。第 3 个通过胚芽鞘黄化实验证明的毒性物质是由康宁木霉 (*Trichoderma koningii*) 产生的康宁木霉素 A,和康宁木霉素 B,康宁木霉素 B 比康宁木霉素 A 有稍微强的毒性^[12]。

生长条件极大影响绿色粘帚霉或绿色木霉产生的表硫代二酮吡嗪复合物(胶霉毒素)和固醇类复合物(绿胶霉素)的产生。Howell 和 Stipanovic^[13]观察到绿色粘帚霉在大米培养基上产生大量的对棉花发芽二氢绿胶霉素,而在 PDA 培养基上却产生并不抑制棉花发芽的低量的二氢绿胶霉素,与绿胶霉素不同的是,胶霉毒素的产生受培养基 pH 值及氮碳比的影响,在氮碳比为 150:1 条件下,胶霉毒素明显产生是在 pH < 6 情况下,而绿胶霉素是 pH > 6^[14]。

另外一些有效的措施也能影响活体产毒菌株次级代谢产物的产生,一些杀真菌化学制剂能抑制固醇类毒素的细胞色素 P-450 的 C₁₄-脱甲基作用。这些低浓度的三唑类杀菌剂在不抑制菌株正常生长前提下抑制了二氢绿胶霉素及绿胶霉素的产生^[12]。而非固醇类胶霉毒素的产生则不受杀菌剂的影响。因此,借助这些杀菌剂的作用,可用一些具有高的生防价值特点的菌株与杀菌剂混合使用,虽然它产生高水平的诸如绿胶霉素的毒性物质。

2 刺激植物生长

木霉能够刺激植物生长已经报道了许多年,不仅木霉,毛壳菌属 (*Chaetomium*)、黑根霉 (*Rhizopus nigricans*) 和粉红镰孢霉 (*Fusarium roseum*) 在悉生条件下能够刺激植物生长^[15]。说明了刺激植物生长不仅仅局限于木霉属真菌。Chang^[16]通过实验证实当用泥土或糠为基质的哈茨木霉培养物或其分生孢子悬浮液处理土壤后,辣椒、长春花和菊花等植物均出现高的发芽率、开花早而多、植株高及植株湿重增加的现象。Windham^[17]在固定的悉生环境下进行了哈茨木霉和康宁木霉刺激植物生长的实验,在玉米、马铃薯、烟草及红萝卜上均表现出了高发芽率、出苗率及植株干重的增加。木霉刺激植物生长的明显程度与植物生长底质有密切的关系。Kleifeld 和 Chet^[18]发现用泥土或糠作为基质的哈茨木霉菌株 T-203 培养物在刺激辣椒生长方面比以孢子悬浮液作为种子包衣剂有更明显效果,暗示泥土或糠给 T-203 提供了丰富的养分来源,而使它能够在土壤中大量增殖。Calvet^[19]观察了用深绿木霉 (*Trichoderma aureoviride*) 和一种根固菌 (*Glomus mosseae*) 混合处理金盏花后,出现了明显的刺激生长作用,深绿木霉本身不会对终极腐霉 (*Pythium utimum*) 产生抑制作用;但当它与这种根固菌混合后,对终极腐霉就产生了抑制,促进了植物生长,因而实验证明了植物根际微生物在木霉促进植物生长过程中所起的重要作用。美国及以色列一些实验室对哈茨木霉的根际能力进行了大量研究,并获得了大量数据,但并没有提及与刺激植物生长有关的土壤致病菌和哈茨木霉相互作用的机理,实验中使用的木霉菌株并不是对所有植物品种都起作用,并且在同一实验室,使用同一菌株条件下,前后两次实验结果并不一致,说

明木霉在刺激植物生长过程中易受其它条件的影响。

很早就有一种假设认为:木霉刺激植物生长是在抑制土壤中其它病原菌过程中产生的。这个假设暗示了所有生长在开放环境中的植物由于或多或少受到病原菌的抑制而不能达到其生长最大极限。在植物根际加入木霉抑制了病原菌对植物的侵害,而使植物的生长潜能得以发挥。由于木霉能够有效抑制腐霉在土壤中的增值,因此最初的病原菌被认为是腐霉属真菌。Haman^[20]进行了哈茨木霉分离菌株 T₁₂对田间甜玉米刺激生长的实验,实验分为两个处理,一个接入致病菌终极腐霉,一个不接,实验结果表明:T₁₂刺激植物产生高的出苗率、不接倒伏率及干重,但实验中的两个处理并没有表现出明显的差别,说明致病菌终极腐霉在木霉刺激植物生长过程中似乎并不起作用,但实验并不能排除木霉是在抑制土壤中除终极腐霉外的其它致病菌过程中产生刺激作用的可能性。Lynch^[21]用以糠蜜为基质的哈茨木霉培养物处理莴苣,25 d后出现了高的出苗率和高的植株干重,虽然实验中并没有接入病原菌,但也没有检测莴苣生长培养物中是否存在病原菌。

为了验证木霉是在控制土壤中其他病原菌过程中而刺激植物生长这种观点的正确性,许多研究者在土壤病原菌被限制或被完全消除的情况下进行了木霉的刺激植物生长的研究,最明显的例子是在悉生环境下,即实验中只包括植物和木霉两种活体有机物进行的木霉刺激生长研究,但由于悉生环境与真正的土壤环境相距深远,其结果的可靠性需认真考虑。同样,刺激植物生长作用也被以半灭菌土壤抽提液为生长底物的实验中得到证实,说明木霉在刺激植物生长过程中似乎并不完全是在抑制病原菌的过程中实现的。随后的实验试图去证实悉生环境下木霉能产生对植物生长有刺激作用的因子。Windham^[17]为这种因子的存在提供了证据,他在用哈茨木霉和康宁木霉菌丝培养物处理玉米、马铃薯及烟草种子,待种子发芽后,用玻璃纸膜将均匀的哈茨木霉和康宁木霉菌丝培养物与发芽的玉米、马铃薯及烟草种子再分开的过程中发现了一种可扩散的能刺激植物生长的因子,但这种因子的结构并没有被分析。Biörkman^[22]提出了一个最新假设:在他的实验中,他发现用具有根际能力和刺激植物生长的哈茨木霉菌株 1295-22 处理

后的玉米植株根部比未经处理的健壮的多,因此他推断菌株 1295-22 可能部分抑制或完全抑制了能引起玉米根部氧化的物质的活性,当用 1295-22 菌株处理被次氯酸盐危害了的幼苗时,幼苗完全恢复了生长势,而次氯酸盐能引起植物组织的氧化。

木霉的根际能力可能是其产生刺激植物生长的有力证据。大多数广泛分布的木霉菌株有非常有限的根际能力。因对广博木霉菌种根际竞争能力提高的要求,导致使用化学因子诱导和转基因技术去提高它们的实际根际能力。Ahmad 和 Baker^[23~26]对木霉一些菌株的根际能力进行了详细的研究,他们使用 100 μg/mL 的苯莱特杀真菌剂诱变了哈茨木霉、康宁木霉及绿色木霉菌株,产生了对苯莱特具有耐药性的菌株,但同时也提高了这些菌株的根际能力,实验的本来目的是想获得对苯莱特具有耐药性的菌株,以使木霉能与苯莱特一起施用,但没想到的是大多数经过诱变的对苯莱特有耐药性的菌株在去除苯莱特后,获得提高了的根际能力。有根际竞争能力的菌株能有效利用复杂的碳水化合物,诸如棉绒,微小结晶状纤维素,木质素,及木聚糖作为碳源。因此,由于那些经诱变的木霉菌株能够有效的利用与植物根部有密切关系,复杂的碳水化合物,导致它们的菌丝在根表面有快的生长速度而能随着根的生长进行拓展,根际能力测定结果表明:未经诱变菌株只拓展到根长的 3 cm 内,而诱变菌株则拓展了整个根部,直至根尖(8 cm)。在对几种不同植物的刺激生长实验中,哈茨木霉诱变种均能提高植株的出苗率和促进植株生长,并且大大减少了根尖区终极腐霉的数量而抑制了终极腐霉的侵染致病^[24]。环境条件诸如土壤 pH 值,温度,土壤中微生物及寄主植物都能影响木霉在根际的增殖^[23]。

通过营养缺陷型突变体哈茨木霉菌株 T₁₂和 T₉₅原生质融合产生了具有提高的根际能力的菌株 1295-22 也能够促进甜玉米、棉花的根部生长。菌株 T₉₅是通过苯莱特耐药性诱变和选择获得,菌株 1295-22 在植物根部有与其它菌株不同的拓展模式,比其亲本菌株有更强的根际竞争和拓展能力,它能随着玉米根部扩展到 22 cm 处,随棉花根部拓展到 16 cm 处。木霉的根际能力是其相对的特性,能够不断的获得提高。尽管在 Lo^[27]的研究中并没有描述刺激生长的现象,但从实验中可知有根际能力的菌株 1295-22 能够以高数量水平存在

于植物根部达八个月以上。1295-22 菌株在促进甜玉米的一个品种根及茎生长方面比对照平均提高 66%，这个针对病原菌在木霉促进植物生长过程中所起作用的研究暗示，刺激植物生长是木霉对植物种子或幼苗直接作用的结果，并不是在抑制其它病原菌过程中所产生的结果^[22]。

3 诱导抗性

木霉还可诱导植物产生抗性。诱导抗性是指激活了植物本身的防御系统而使植物能够抵御病原菌或害虫的侵害。目前,关于木霉直接诱导植物产生抗性的报道很少。

Wyss^[28]发现哈茨木霉的一个分离种在大豆根部诱导产生了大量的植保素——大豆抗毒素(phytoalexin glyceollin),但并没有抑制丝核菌(*Rhizoctonia solani*)的侵染。直到现在,才对木霉诱导植物产生抗性进行了研究。Zimand^[26]提出一个非常有意义的作用机制,哈茨木霉 T₃₉能够抑制病原菌灰葡萄孢(*Botrytis*)果胶溶酶的活性而抑制了病原菌灰葡萄孢对大豆叶部的侵染,降低了的多聚半乳糖醛酸酶活性导致了寡聚半乳糖醛酸酐的积累,而后者能够作为植物进行防御反应的诱导因子,从而抑制了病原菌灰葡萄孢对大豆叶部的侵染。木霉能够产生诱导因子诱导植物组织产生防御反应,植物对绿色木霉分子质量 22 000 u 的木聚糖酶有明显反应,木聚糖酶是绿色木霉在以 D-木糖、木聚糖或天然植物细胞壁制备物为原始碳源的液体培养基上培养产生的。其它木霉种如哈茨木霉、钩状木霉(*Trichoderma hamatum*)在培养基也能产生分子质量 22 000 u 的木聚糖酶,分子质量 22 000 u 的木聚糖酶诱导植物产生的防御反应包括:K⁺,H⁺及 Ca²⁺离子通道的打开,Pr-蛋白的生物合成,及乙烯生物合成^[29]。

4 小结

木霉代谢物对植物生长产生的消极影响限制了它作为生防剂的使用,因此在作为生防剂使用时,施用菌株的数量及其种类必须被限制在它不对植物产生毒性的水平上。而对植物生长产生毒性的木霉次级代谢物因菌株的不同而不同。因此,在多数情况下它们对植物生长的抑制作用可通过菌株的选择而降低到最低点。利用木霉对植物产生毒性的特点,可将其作为生物除草剂使用,但目前,

由于其作为除草剂的活性成分不稳定而无法用于实践中,需进一步的开发和研究。木霉的根际能力和其刺激植物生长作用之间的关系说明了用提高木霉根际能力的方法占领和影响植物根际环境是重要的。使用具有潜在根际能力的木霉菌株去提高作物产量在经济上是非常有前景的。

现在,对木霉进行研究的科学家正在开发木霉在植物生长系统内新的使用方向,特别是木霉诱导植物产生抗性的研究,虽然这方面研究刚刚起步,但通过对木霉诱导植物产生抗性的近期研究结果分析,肯定其有非常广阔的研究前景。因此,只对木霉抑制病原菌能力进行评估是不够的。如果这样,许多木霉菌株在其它方面的潜在使用价值就被忽略了。在刺激植物生长及诱导植物产生抗性方面木霉具有真正的潜能,正象其它的已被应用的微生物一样。因此,木霉与植物相互作用机理应该被投入大量的研究,以便能充分认识及利用它的潜能。

[参 考 文 献]

- [1] THUY L B. Rhizosphere competence of two selected *Trichoderma* strains[J]. Acta Phytopath. Entomol. Hung., 1991,26:327-331.
- [2] WRIGT J M. Phytotoxic effects of some antibiotics [J]. Ann. Bot., 1951,15:493-499.
- [3] WRIGHT J M. Biological control of a soil-borne *Pythium* infection by seed inoculation[J]. Plant Soil, 1956, 8: 132-140.
- [4] LUMDEN R D, WALTER J F. Development of *Gliocladium virens* for damping-off disease control [J]. Can. J. Plant Pathol., 1996,18: 463-468.
- [5] HARAGUCHI H, HAMATANI Y, HAMADA M, et al.. Effect of gliotoxin on growth and branched-chain amino acid biosynthesis in plant[J]. Phytochemistry, 1996,42: 645-648.
- [6] VAN DER PYL D, INOKOSHI J, SHIOMI K YANG H, et al.. Inhibition of farnesyl-protein transferase by gliotoxin and acetylgliotoxin[J]. Antibiot., 1992,45: 1 802-1 805.
- [7] DE CLERCQ E, BILLIAU A, OTTENHEIJM H C J, et al.. Antireverse transcriptase activity of gliotoxin analogs[J]. Biochem. Pharmacol., 1978, 27: 635-639.
- [8] JONE R W, LANINI W T, HANCOCK J G. Plant growth response to the phytotoxin in viridiol produced by

- the fungus *Gliocladium virens*[J]. Weed Sci., 1988, 36: 683 - 687.
- [9] JONE R W, HANCOCK J G. Conversion of viridin to viridiol by viridin-producing fungi[J]. Can. J. Microbiol., 1987, 33: 963 - 966.
- [10] CULTER H G, COX R H, CRUMLEY, et al.. 6 - Pent - yll - α - pyrone from *Trichoderma harzianum*: its plant growth inhibitory and antimicrobial properties[J]. Agric. Biol. Chem., 1986, 50: 2 943 - 2 945.
- [11] CULTER H G, JACYNO J M. Biological activity of (-) - harziano - pyridone isolated from *Trichoderma harzianum*[J]. Agric. Biol. Chem., 1991, 50: 2 943 - 2 945.
- [12] CULTER H G, HIMMELSBACH D S, YAGEN B, et al.. Koninginin A: a novel plant growth regulator from *Trichoderma koningii*[J]. Agric. Biol. Chem., 1989, 53: 2 605 - 2 611.
- [13] HOWELL C R, STIPANOVIC R D. Phytotoxicity to crop plants and herbicidal effects on weeds of viridiol produced by *Gliocladium virens*[J]. Phytopathology, 1984, 74: 1 346 - 1 349.
- [14] LUNSDEN R D, RIDOUT C J. Regulation of the production of the metabolites gliotoxin and viridin by the biological fungus, *Gliocladium virens*[J]. Phytopathology, 1991, 81: 703.
- [15] LINDSEY D L, BAKER R. Effect of certain fungi on dwarf tomatoes grown under gnotobiotic conditions [J]. Phytopathology, 1967, 57: 1 262 - 1 263.
- [16] CHANG Y C, BAKER R. Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum* [J]. Plant Dis., 1986, 70: 145 - 148.
- [17] WINDHAM M T, ELAD Y, BAKER R. A mechanism for increased plant growth induced by *Trichoderma* spp.[J]. Phytopathology, 1986, 76: 518 - 521.
- [18] KLEIFELD O, CHET I. *Trichoderma harzianum*-interaction with plants and effect on growth response [J]. Plant Soil, 1992, 144: 267 - 272.
- [19] CALVET C, PERA J M. Growth response of marigold (*Tagetes erecta* L.) to inoculation with *Glomus mosseae*, *Trichoderma aureoviride* and *Pythium* ultimum in a peat-perlite mixture[J]. Plant Soil, 1993, 148: 1 - 6.
- [20] HARMAN G E, TAYLOR A G, STASZ T E. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and solid matrix priming to improve biological seed treatments[J]. Plant Dis., 1989, 73: 631 - 637.
- [21] LYNCH J M, WILSON K L, OUSLEY M A, et al.. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment [J]. Lett. Appl. Microbiol., 1991, 12: 59 - 61.
- [22] BJÖRKMAN T, BLANCHARD L M, HARMAN G E. Growth enhancement of shrunken - 2 sweet corn by *Trichoderma harzianum* 1295 - 22: effect of environmental stress[J]. J. Am. Soc. Hort., 1998, 123: 35 - 40.
- [23] AHMAD J S, BAKER R. Rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum* [J]. Phytopathology, 1987, 77: 182 - 189.
- [24] AHMAD J S, BAKER R. Implications of rhizosphere competence of *Trichoderma harzianum*[J]. Can. J. Microbiol., 1988, 34: 229 - 234.
- [25] AHMAD J S, BAKER R. Rhizosphere competence of benomyl-tolerant mutants of *Trichoderma* spp. [J]. Can. J. Microbiol., 1988, 34: 694 - 696.
- [26] AHMAD J S, BAKER R. Growth of rhizosphere-competence mutants of *Trichoderma harzianum* on carbon substrates[J]. Can. J. Microbiol., 1988, 34: 807 - 814.
- [27] LO C - T, NELSON E B, HARMAN G E. Biological control of turfgrass disease with a rhizosphere competent strain of *Trichoderma harzianum* [J]. Plant Dis., 1996, 80: 736 - 741.
- [28] WYSS P, BOLLER T, WIEMKEN A. Testing the effect of biological control agents on the formation of vesicular arbuscular mycorrhiza [J]. Plant Soil, 1992, 147: 159 - 162.
- [29] DEAN J F D, GAMBLE H R, ANDERSON J D. The ethylene biosynthesis-inducing xyganase: its induction in *Trichoderma viride* and certain plant pathogens [J]. Phytopathology, 1989, 79: 1 071 - 1 078.

(下接第 312 页)

Progress in the Research of Parasitoids Species of *Plutella xylostella* (L.) and Their Introduction and Utilization in China

CHEN Zong-qi, CHEN Ai-dong, MIAO Shen, LUO Kai-jun, LIANG Yi

(Plant Protection Institute, Yunnan Agricultural Academy of Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract: In this paper we reviewed the progress in the research of parasitoids species of *Plutella xylostella* (L.) as well as parasitoids' introduction and utilization in China. 109 parasitoid insect species were studied, which included 5 egg-parasitoids, 81 larval-parasitoids, 23 pupal-parasitoids. We made primary evaluation of the application possibility of several main parasitoids.

Key words: parasitoid species; *Plutella xylostella* (L.); introduction and utilization; progress

=====

(上接第 303 页)

Effects of Biocontrol Agent *Trichoderma* on Plant

ZHANG Xu-dong, LIU Yun-long, ZHANG Zhong-yi

(Phytopathology Laboratory of Yunnan Province, Y A U, Kunming 650201, China)

Abstract: Since *Trichoderma* had been found had potential for biological control, its ability of mycoparasitism and the production of antimicrobial compounds have been studied extensively. But its effect on plants was underestimated. Like rhizobia and mycorrhizae, *Trichoderma* have great effect on plants. *Trichoderma* spp. can produce phytotoxic compounds resist plant growth. At the same time, some isolates have been acclaimed that they can stimulate plant growth through rhizosphere competence, and also can induce resistance reactions in plant. So, it is not sufficient to simply evaluate *Trichoderma* result from its capacity suppress pathogens. *Trichoderma* has real potential for plant growth promotion and induced resistance.

Key words: *Trichoderma*; rhizosphere competence; induced resistance