

松苗猝倒病(*Rhizoctonia solani* Kuhn)

生物防治的研究*

容向东** 王 庄

(林学系)

提 要

八种供试菌和制霉菌素在平板拮抗测定中发现, 23~16, 49~10, 绿色木霉, 疣孢漆斑菌和制霉菌素对立枯丝核菌均有拮抗作用, 并以23~16最明显。

苗期试验的结果表明, 23~16, 扩展青霉, 49~10, 绿色木霉防治以立枯丝核菌为主要病原的松苗猝倒病有较好的效果。23~16防效最佳, 扩展青霉次之。

23~16防治松苗猝倒病的作用机制主要是阻止病原菌丝的入侵, 其次是对已侵入的菌丝产生抑制作用。

前 言

立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*) (以下简称丝核菌) 是一种土壤习居菌, 常与镰刀菌(*Fusarium spp*), 腐霉菌(*Pythium spp*)侵染松、杉等多种森林苗木和农作物, 导致幼苗的猝倒或立枯, 造成严重的损失。在我国南方, 松、杉苗猝倒病主要是由丝核菌引起的, 两广地区特别有利于该菌的侵染流行, 因此丝核菌在松苗猝倒病诸种病原中占有显著的地位。

由于丝核菌在农、林业生产上危害很大, 世界上许多植病工作者早有重视, 对其防治有不少的研究。然而, 迄今为止, 绝大多数均为化学药物和物理方法的防治^[10], 应用抗生素, 抗菌素进行生物防治的研究在国外虽曾有过少量报道, 但多限于实验室离体测定和松苗以外的其它作物上。如国外研究指出: 蠕形青霉(*Penicillium vermiculatum*)^[7]扩展青霉(*penicillium expansum*)、绿色木霉(*Trichoderma viride*)、^[7]粉红粘帚霉(*Gliocladium roseum*)^[2]对丝核菌有直接的寄生作用; 制霉菌素(*Nystatin*)、植保菌素(*phytolexin*)^[11]能够抑制丝核菌的生长; 有效霉素(*Validamycin*)^[9]在温室内防治由丝核菌引起的黄瓜幼苗病害有一定的效果; 由丝核菌侵染所致的莴苣病害可用碳霉素(*Magnamycin*), 龟裂杀菌素(*Rimocidin*)、硫腺黄菌素(*Thiolutin*)、链霉素(*Streptomycin*)和氯霉素(*Chloromycetin*)加以防治^[8]。国内则有刘守初(1959)等人对抗菌素1013防治棉花立枯病(*R. solani*)^[3], 谭松山(1959)对“湘农203”等八种抗生素肥料防治

* 本文经林学系答辩委员会梁子超教授、黎毓干教授、黄仿英付研究员、岑炳沾讲师审议通过, 陆大京研究员、梁子超教授审阅并作书面评语, 一并感谢。

** 1978~1981年研究生, 现在广东省林业科学研究所工作。

棉花立枯病、杉立枯病(*R. solani*)作了初步的研究^[5]等。而对丝核菌引起的松苗猝倒病的研究却甚为罕见。

作者在于探索应用蠕形青霉, 扩展青霉, 绿色木霉, 粉红粘帚霉, 农抗23—16产生菌(*Streptomyces ahigroscopicus* Var *incanus* Var *nov*), 井冈霉素产生菌49—10菌株(*Strep. hygroscopicus* Var. *jinggangensis*), 多抗霉素产生菌(*Strep. aureochromogenes* 4896), 以及能产生抗真菌代谢产物的疣孢漆斑菌(*Myrothecium verrucaria*)^[4]和制霉菌素共八菌一素防治主要由丝核菌引起的松苗猝倒病的可能性。并对试验效果最好的23—16抗生素防治松苗猝倒病的作用机制以及抗生素在土壤中有效期等问题作了初步的探讨。

试验材料、方法和结果

(一) 平板拮抗测定

供测定用的三种猝倒病原菌, 八种抗生素和制霉菌素来源见下表;

材 料	来 源	说 明
丝核菌、镰刀菌、腐霉菌	作者于发病松苗上分离 (广州)	
49—10、绿色木霉EA 3—867	广州市微生物研究所	斜面菌种
蠕形青霉, 扩展青霉	中国科学院微生物研究所	斜面菌种
粉红粘帚霉、疣孢漆斑菌	中国科学院微生物研究所	斜面菌种
多抗霉素产生菌	中国科学院华南植物研究所	斜面菌种
23—16产生菌	广东省农科院植保所	砂土管
制霉菌素	上海第七制药厂	每片含500,000单位

1. 抗生素平板拮抗测定: 首先将待测抗生素分别接种在不同培养基平板上: 放线菌23—16、49—10和多抗霉素用黄豆饼培养基; 绿色木霉、疣孢漆斑菌、粉红粘帚霉用PDA培养基; 蠕形青霉、扩展青霉用察氏培养基。接种后置28°C恒温培养, 放线菌15天, 真菌7天后取出, 在无菌操作下用手持打孔器打取直径为4 mm的圆形菌丝块(以下简称菌块), 用挑针将菌块置于中央已接有丝核菌块的PDA平板四周。每一平板均匀放置四块待测抗生素块, 28°C恒温培养48小时后取出检查拮抗情况, 并注意是否有重寄生现象; 量取拮抗圈直径。直径在5.0~10.0定为弱拮抗; 10.1~20.0定为中等拮抗; 20.1以为强拮抗。

2. 制霉菌素平板拮抗测定

采用滤纸片法^[6]进行测定。制霉菌素浓度为1000单位/毫升。即以一片医用制霉菌素溶解在少量冰醋酸中, 再以10% pH6.0的磷酸盐缓冲液稀释至500毫升^[1]。

抗生素、制霉菌素在测定中均设5个重复, 取平均值。镰刀菌和腐霉菌的测定方法与丝核菌的相同。

平板拮抗测定结果(表1):只有23—16, 49—10, 绿色木霉在测定中对三种猝倒病原菌均具拮抗性, 23—16对丝核菌的拮抗性最强, 透明度最好, 绿色木霉次之。扩展青霉, 疣孢漆斑菌分别对镰刀菌和丝核菌呈弱拮抗和中等拮抗; 制霉菌素对三种病原菌均有弱拮抗作用。

三种病原菌中, 又以丝核菌所受的拮抗性最强, 是其余两种病原菌的1.1~5倍。

绿色木霉对丝核菌除具有拮抗性外, 尚发现对菌丝有重寄生现象。而其余抗生素均无此发现。

蠕形青霉、粉红粘帚霉以及多抗霉对丝核菌、镰刀菌和腐霉菌三者既无拮抗性也无重寄生作用。

表1 抗生素、制霉菌素、对丝核菌等三种猝倒病原菌平板拮抗测定

	拮 抗 圈 直 径 (mm)		
	丝 核 菌	镰 刀 菌	腐 霉 菌
23—16	30.0	8.0	6.0
49—10	12.0	7.5	5.0
扩展青霉	0	9.0	0
蠕形青霉	0	0	0
绿色木霉	28.0	8.0	18.0
疣孢漆斑菌	18.0	0	0
粉红粘帚霉	0	0	0
多 抗 霉	0	0	0
制霉菌素	9.0	7.5	8.0

(二) 苗期试验

在平板拮抗测定的基础上首先进行盆栽试验, 然后对效果较好的四种抗生素和制霉菌素进行小区试验以便对它们的防治效果作进一步的考察。

试验分保护与治疗两大类, 盆栽试验又分灭菌土与自然土两种。各种试验均设空白和2%硫酸亚铁处理两种对照。供试的马尾松种子来自广东省林业厅, 硫酸亚铁是广东省台山县化工厂产品。

盆栽试验于一九八〇年十一月至一九八一年一月份在玻璃温室中进行。每盆装干土300克, 移苗约50株。每种处理设5个重复, 不同时间重做三次, 取其平均值。第一次一九八〇年十一月廿日至十二月四日; 第二次十二月六日至十二月廿一日; 第三次一九八一年一月五日至廿二日。接种量和抗生素、素、硫酸亚铁的施用量均为每盆每次15毫升处理液。

小区试验于一九八一年二月廿日至四月十二日在本学院内进行。每种处理4个重

复, 取平均值。每一重复处理面积为 4 平方市尺。播种量和施用量每次约为 100 毫升/市尺²处理液。

各种抗生素液是按每 0.18 克 (干重) 菌丝体量连同发酵液用清水补足 200 毫升, 经捣碎后成均一液体。制霉菌素溶液的配制方法与平板拮抗测定的相同。

1. 保护试验: 首先于各种处理的盆栽和小区样地的土壤中分别施加抗生素、制霉菌素和 2% 硫酸亚铁溶液, 对照用清水处理, 然后移苗或作小区播种。盆栽 5 天后在各处理和对照中接入病原菌液。处理后置 22°C, 相对湿度 90~95% 的温室内。小区试验在无雨天作人工浇水保湿。最后累计从开始发病至稳定这一期间的死苗率。

试验结果见表 2。八种抗生素只有 23—16, 扩展青霉、49—10 和绿色木霉在盆栽试验中有较佳效果, 防效均在 70% 以上。小区试验的结果与盆栽相一致, 防效最好的是 23—16 和扩展青霉, 49—10 和绿色木霉稍差, 但都在 50% 以上均有实际的防治意义。

表 2 抗生素、制霉菌素防治松苗猝倒病保护试验

	盆 栽 试 验				小 区 试 验	
	灭 菌 土		自 然 土		死 苗 率	防 效 (%)
	死 苗 率	防 效 (%)	死 苗 率	防 效 (%)		
23—16	10.5	80.7	14.4	78.5	8.9	64.6**
49—10	15.8	71.0	19.0	71.7	12.5	50.1*
扩展青霉	11.0	79.8	16.0	76.2	10.2	59.4**
绿色木霉	13.4	75.4	18.7	72.2	12.0	52.2*
制霉菌素	20.5	62.3	39.2	41.7	18.3	27.1
硫酸亚铁	14.0	74.3	20.0	70.3	11.3	55.0
对照死苗率 (%)	54.5		67.2		25.1	

* 显著性差异 $\alpha=0.05$

** 极显著性差异 $\alpha=0.01$

从表 2 可见, 灭菌土和自然土盆栽试验结果相似, 可见四种抗生素在未经灭菌的自然土壤中受土壤微生物的影响不大。

在小区试验和盆栽中, 四种抗生素的防效与常用化学药物硫酸亚铁相比, 除 49—10 绿色木霉稍低外, 都比它要高, 分别高出 4.5% 和 2.7%。效果最好的是 23—16, 以下依次是: 扩展青霉 > 绿色木霉 > 49—10。

制霉菌素盆栽试验的结果, 非灭菌土防效较之灭菌土有显著的下降, 减少了 20.6%。而在小区试验中则更差, 与 20% 硫酸亚铁比较, 防效减少 17.9%。盆栽试验中两种处理在防效上的差异, 很可能是由于制霉菌素在自然土壤中各种微生物的作用下, 较大程度上遭到破坏所造成的。而小区防效的进一步下降, 则说明制霉菌素除了受土壤微生物的分解破坏外, 尚受阳光的不良影响, 在阳光的直接照射下有效成分遭到进一步的破坏。

盆栽中虽然也有光线的影响,但由于试验是在没有直接阳光的玻璃温室内进行,只有散射光线,故此影响不大。这和戴自英对医用制霉菌素的研究结果是相符的。

2. 治疗试验:盆栽试验在移苗5天后接入病原丝核菌。保湿48小时后,小区试验则在松苗开始发病时分别施入各种抗生素、制霉菌素和2%硫酸亚铁溶液。对照用清水处理。处理后盆栽置玻璃温室内。最后累计死苗率。

四种抗生素和制霉菌素在试验中虽有一定的治疗效果,但很不理想。盆栽试验的结果,最好的23—16其防效亦不过为36.3%,最低的49—10只有24.7%;小区试验防效则更低,最高是扩展青霉21.7%,最低的绿色木霉只有18.1%。防效大小顺序是:扩展青霉>23—16>49—10>绿色木霉。

制霉菌素防效在小区试验中比任何一种抗生素都低,只有11.8%,与保护试验结果相吻合。

由此可见,在松苗发病后再使用以上抗生素和制霉菌素进行防治是不适宜的。

(三) 试验后小区样地各种猝倒病原数量消长测定

在进行苗期防治试验后,接着对23—16等四种防效较好的抗生素以及制霉菌素处理的土壤中三种猝倒病原数量消长情况进行了考察,以便弄清各种抗生素及制霉菌素在土壤中有有效期的长短,并了解三种病原菌在自然土壤中所受抑制性的大小,从而进一步验证苗期试验中对结果分析的可靠性,为应用抗生素及制霉菌素防治松苗猝倒病的可能性提供又一理论依据。

方法是于试验后一个月对小区各处理和空白对照的土壤进行病原菌的分离,观察消长情况,计算各病原菌菌落的百分比。共设九个重复,取平均菌落数。分离采用常规土壤稀释分离法进行^[1]。

表3 试验后小区样地各种猝倒病原数量消长情况

	菌 落 数 (个菌落/克、干土)		
	丝 核 菌	镰 刀 菌	腐 霉 菌
23—16	1.10×10^3	4.21×10^3	4.14×10^3
49—10	2.18×10^3	4.33×10^3	4.40×10^3
扩展青霉	1.26×10^3	4.56×10^3	3.78×10^3
绿色木霉	3.41×10^3	3.84×10^3	4.78×10^3
制霉菌素	7.44×10^3	6.89×10^3	4.89×10^3
对 照	8.33×10^3	7.00×10^3	5.22×10^3

* 试验前土壤丝核菌数是 8.64×10^3 个菌落/克、干土,镰刀菌 6.93×10^3 个菌落/克、干土,腐霉菌 5.82×10^3 个菌落/克、干土。

试验结果列表3中。结果表明,四种抗生素及制霉菌素处理过的小区样地中,丝核菌,镰刀菌和腐霉菌的数量均有不同程度的下降,其中丝核菌下降最多,镰刀菌次之,腐霉菌下降得最少。

这说明, 三种病原菌在自然条件下, 在土壤中受各种抗生素、制霉菌素的抑制作用是各不相同的, 其中丝核菌所受到的抑制最明显, 与平板拮抗测定结果相一致。同时, 通过对同一种病原菌数量在各种抗生素和制霉菌素处理中的不同还表明, 四种抗生素在土壤中抑制病原菌的有效持续期也是各不相同的。其中23—16最长, 试验后一个月检查, 尚能抑制丝核菌的86.7%、镰刀菌的40.0%, 腐霉菌的20.5%。

四种抗生素在土壤中抑菌性大小顺序为23—16>扩展青霉>49—10>绿色木霉。

值得注意的是, 绿色木霉在平板拮抗测定中对丝核菌的拮抗性仅次于23—16、而对腐霉菌的拮抗性则为四种抗生素之冠(见表1), 但在病原菌数量消长测定中, 下降的程度最小, 也就是说在土壤中抑菌作用最弱。这说明绿色木霉在土壤中的有效期比其余三种抗生素都大为逊色, 这也是苗试中防效比不上23—16, 扩展青霉的主要原因之一。

制霉菌素处理过的土壤, 病原菌数量虽有下降, 但差异甚微, 有效期短, 远比不上四种抗生素。

通过对试验后小区样地土壤中猝倒病原菌数量消长的测定, 可以看出, 苗期防治试验的结果并非偶然的。它说明, 在以丝核菌为主要病原菌的松苗猝倒病中, 使用以上抗生素对病害进行保护防治是可行的。特别是23—16, 在一个月后, 尚能高度抑制丝核菌的生长, 在实际应用上, 防治期间施菌的次数和间隔都比其余三种抗生素和制霉菌素要少和长, 这对于简化防治手续, 降低成本都有其独到的一面。

(四) 四种抗生素生长最适pH值测定

为了尽量接近自然土壤情况, 测定采用自然土壤浸汁^[1], 不加其它基质。每250毫升三角瓶装50毫升液体培养基。用pH分别为5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0等七个数值进行测定。5.5以下者用IN盐酸调节; 5.5以上用CaCO₃调节。土壤自然pH值是5.5。等量接种后28℃恒温培养。23—16, 49—10培养15天, 扩展青霉和绿色木霉培养7天, 最后把菌体烘干, 分别称重。测定结果见图1。

测定的结果(图1), 23—16, 49—10在土壤浸汁液体培养基中生长最适pH值是7.5, 扩展青霉是6.0, 绿色木霉是5.5。由图1可见, 不同的pH值对23—16, 49—10的生长影响颇大, 最适pH7.5时, 23—16的菌体量是5.5时的11倍之多。因此, 调节土壤的pH值对于23—16、49—10在土壤中菌体量的增加是十分重要的。测定的结果还表明, 土壤中的自然pH5.5很适合绿色木霉的生长, 而对于23—16、49—10来说并不是最适度。也就是说, 苗试中它们不是处于最佳pH值情况下与绿色木霉进行防效上的比较的, 而防效分别比它要高或接近。可见, 23—16、49—10防治松苗猝倒病比绿色木霉更有可取的地方。

(五) 抗生素培养时间与拮抗性关系测定

与试验四、出于同一目的, 测定采用土壤浸汁液体培养基。接种前调节pH值, 23—16调至7.5, 绿色木霉调至5.5, 49—10调至7.5。接种后28℃恒温培养, 并分别在培养5、10、15天后取样, 用滤纸片法测定对丝核菌的拮抗圈大小。

测定中发现(图2), 23—16、49—10在15天内拮抗圈直径随时间增加而加大, 15天后达到最大; 绿色木霉则在10天内拮抗圈直径与时间成正比, 在10天后达到最大。

测定中还发现, 23—16、49—10、绿色木霉等三种抗生素的菌体量在上述时间内是

随时间的增加而增加的。由此可以得出这样的结论。即以上几种抗生素对丝核菌的拮抗性在上述时间内是随菌体量的增加而加强的。

通过对抗生素培养时间与拮抗性关系测定,可以推断,设法增加抗生素的菌体量势必有利于抗生素防治松苗猝倒病效果的提高。

(六) 23—16防治机制初步探讨

掌握抗生素的防治机制,对于正确地使用抗生素,提高防治效果是至为紧要的。为此,对平板拮抗测定和苗期防治试验中效果最好,在土壤中有效期最长的23—16抗生素防治松苗猝倒病的作用机制作了初步的探讨。测定中采用离体和活体两种测定方法。

离体凹玻片测定法是取经灭菌的3%琼脂PDA培养基均匀涂片,稍候片刻再以23—16发酵液复涂,对照用无菌水处理。然后接种丝核菌于其上,再保湿培养3天后取出作显微镜检查。

活体透明染色检查法是先以23—16发酵液和丝核菌混合液接种于无菌健康松苗中,对照用纯丝核菌液作等量接种。7天后再用组织透明染色法^[1]检查病原菌入侵情况并统计侵染百分率(凡表皮细胞内有菌丝者即称侵染)。同时注意观察活体内入侵菌丝的生长情况,对已发生侵染的松苗作保留观察,最后统计死苗率。

测定结果,凹玻片离体测定中,丝核菌在接种点受到强烈抑制,不能向四周扩散蔓延,并且菌丝发生收缩,由对照的6.8 μ 直径减少到2.38 μ ;菌丝内原生质减少。

活体透明染色检查结果,只有15.6%的供试幼苗表皮细胞内有菌丝的入侵。保留观

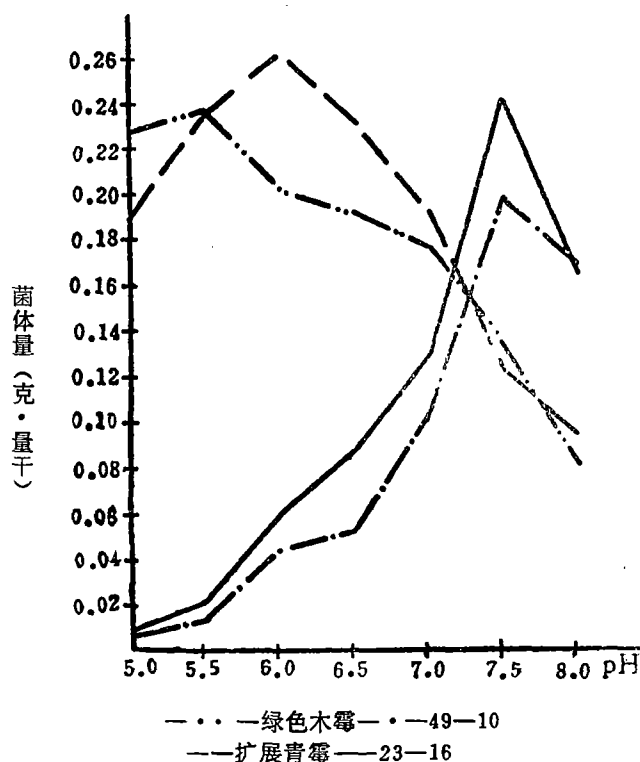


图1 四种抗生素生长最适pH值

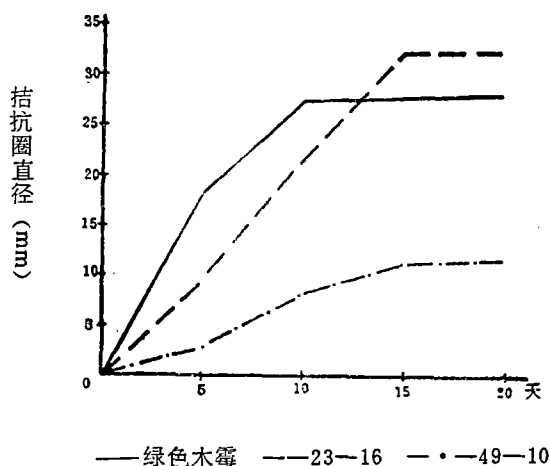


图2 三种抗生素培养时间与拮抗性关系

察的结果发现, 在已侵染的松苗中有22%的得以痊愈, 并多为原生势旺盛的松苗。此外还发现侵入表皮细胞的菌丝与凹玻片离体测定的相似, 即入侵菌丝比对照的要小, 对照的菌丝直径为 6.21μ , 处理的为 3.06μ 。对照检查, 100%松苗发生侵染并猝倒。

离体和活体试验的结果说明, 23—16对松苗猝倒病的防治机制主要是通过其代谢物质以抑制丝核菌的生长, 从而使多数菌丝无法侵染活的幼苗组织, 个别活力较强的菌丝即使发生了侵染, 但生活力已受到一定的削弱。原来生势较差的幼苗死亡, 而生势旺盛的则在其体内自然抗病力的协同作用下终于得以康复。这也许就是23—16在苗期试验中保护防效优于治疗效果而又具有微弱的治疗作用的原因。

讨 论

23—16、扩展青霉和49—10, 绿色木霉无论是盆栽或是小区试验的结果均表明, 对丝核菌为主要病原菌的松苗猝倒病的防治具有较好的效果, 保护防效并不亚于20%硫酸亚铁。并且, 在试验中尚未发现以上抗生素对松苗的生长有不良的影响。因此, 在以丝核菌为主的地区和适合丝核菌发病流行的季节, 应用以上抗生素进行大面积防治松苗猝倒病是大有希望的。

四种抗生素在防治效果上具有同一特点, 即保护防效理想而治疗效果差; 在对23—16抗生素防治松苗猝倒病的作用机制探讨中亦表明, 23—16抗生素主要是阻止丝核菌的侵染, 而对已侵入表皮细胞内的菌丝生长的拟制则是次要的。因此在应用以上抗生素防治松苗猝倒病时, 应注意以防为主, 在播种或间苗前, 首先对土壤进行抗生素处理, 出苗、定植后再施一次, 以抑制土壤中丝核菌及其它两种病原菌的生长, 而不应在松苗发病后才施用。

苗期防治试验结果表明, 四种抗生素在防治松苗猝倒病的效果大小各异, 其中以23—16效果最好; 在有效期测定中, 23—16抗生素对丝核菌抑制作用的持效期最长; 在平板拮抗测定中亦发现, 23—16除对丝核菌有较强的抑制作用外, 尚对镰刀菌和腐霉菌有一定的拮抗性。因此, 应选择23—16抗生素作为防治松苗菌猝病的主要抗生素。同时也可适当考虑防效仅次于23—16的扩展青霉的使用。至于制霉菌素由于其防效和持续期不如抗生素, 加之价钱昂贵, 故不适于使用。

在应用23—16抗生素防治松苗猝倒病前, 应先用石灰粉调节土壤酸碱度至7.5, 以创造利于23—16而不利于丝核菌生长的生态环境, 使23—16在土壤中迅速繁衍增殖, 这是提高23—16防效的有力措施之一。虽然调节后的pH值不大适于松苗的生长, 但由于调节pH值只是于表土进行, 因此对松苗生长的不良影响只是短暂的, 一旦松苗稍大, 根系向土壤纵深伸展超出表土层就无此虑了。

抗生素, 制霉菌素处理后土壤中各种猝倒病原菌数量消长的情况表明, 抗生素在土壤中有有效期比制霉菌素要长, 受土壤微生物和阳光的影响也较小, 从而显示了应用土栖抗生素防治土传植物病害的优越性。因此在开展抗菌素防治土传植物病害研究的同时, 更应重视对抗生素的研究。

扩展青霉在平板拮抗测定中对丝核菌虽无拮抗性,但苗期试验中效果却仅次于23—16,因此不应把平板拮抗性的有无作为抗生素筛选的唯一标准。并有必要对扩展青霉防治松苗猝倒病的作用机制作详细的研究。

粉红粘帚霉,蠕形青霉无论是平板拮抗测定还是盆栽试验中,对丝核菌均不起作用,与Boosalis^[7], JAGER^[2]等人的研究不一致,是否因所采用的菌株不同而造成,有待今后的研究。

抗生素在土壤中有有效期和消长规律是应用抗生素进行植病防治的关键之一,因此23—16,扩展青霉,49—10和绿色木霉在土壤中的消长规律亦有待今后作进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] 方中达, 1979, 《植病研究方法》, 87—123, 农业出版社。
- [2] 北京农业大学植物病害生物防治研究室, 1979, 在荷兰马铃薯田间发生丝核菌 (*Rhizoctonia solani*) 上的重复寄生物, 《植病生防》, 45 (1) : 18
- [3] 刘守初, 1959, 1013抗菌素防治植物害和刺激植物生长的研究, 《农业学报》, 10 (4) : 296—303
- [4] 唐姆茨, 盖姆斯著, 吉林市农业科学研究所韩绍英译, 1973, 《农业土壤真菌》, 176—178 科学出版社。
- [5] 谭松山, 1959, 抗生素肥料防治作物病害的初步研究, 《农业学报》, 10 (4) : 304—310
- [6] H·C叶高罗夫著、冯明霞、周本励译, 《抗生素的分离及其抗菌效能的生物学检定》, 65—67, 人民卫生出版社。
- [7] BOOSALIS, M. G. (1956) 'Effect of soil temperature and green-manure amendment of unsterilized soil on parasitism of *Rhizoctonia solani* by *penicillium vermiculatum* and *Trichoderma* spp' *Phytopathology* 46, 473—8.
- [8] HILBORN (M.T.) Effect of various chemicals on infection by *Rhizoctonia solani* and *Verticillium albo-atrum* Abs. in *phytopathology*. 43. 9, p. 475. (RAM VOL 33 617)
- [9] IWASA, T.; HIGASHIDE,; YAMAMOTO, H.; SHIBATA, M. Studies on validamycins, new antibiotics. II. production and biological properties of Validamycins A and B. *Journal of Antibiotics* (1971) 24 (2) 107—113. (Rpp. VOL 52 507).
- [10] NIEMANN, E. SCHARIF, C. & MOSTOWIFPOOR, P. (1968) 'Control trials against corticium infection on pine seedlings' *Entomologic phytopath. appl.* 27; 43—54.
- [11] SMITH, D. A. (1976) Some effects of the phytoalexin kievitone on the vegetative growth of *Aphanomyces euteiches*, *Rhizoctonia solani* and *fusarium solani* f.sp. *phascoli*. *physiological plant pathology* (1976)
- [12] VALA'S KOVA' (EVA) 'spectrum of effectiveness and mechanism of action of the antifungal antibiotic fungicidin (Syn. mycostatin nystatin). *Acta pruhonic*. 1963, 5, pp. 43—57.
- [13] (1953) 'Über die Eignung von *penicillium expansum* für eine biologische Bekämpfung von schwarzfu (*Rhizoctonia solani*)' *Phytopath.* 2., 21. 163—88.

STUDIES ON BIOLOGICAL CONTROL OF DAMPING-OFF OF PINE SEEDLING

Rong Xiangdong Wang Chuang

(Department of Forestry)

ABSTRACT

It was found that 23—16 (*Streptomyces ahygroscopicus* Var *incanus* Var nov) *Penicillium expansum*, *Strep. hygroscopicus* Var. *jinggangensis* yen 49—10 and *Trichoderma viride* revealed a better effectiveness on control of pine seedling's damping-off among the nine antagonists and antibiotic used, but 23—16 was the most effective in trial.

The control mechanism of 23—16 is to inhibit the growth of *Rhizoctonia solani* by its metabolite so that most of the pathogen's hyphae unable to infect the seedlings. Though a few of the hyphae still have infective activity, they are generally inhibited by such substance in the cells either.