

水稻内生放线菌类群及其对宿主病原菌的抗性研究

田新莉¹ 曹理想¹ 杨国武¹ 黄炳超² 周世宁^{1*}

(¹ 广州中山大学 生命科学院生物防治国家重点实验室 广州 510275)

(² 广东省农业科学院植物保护研究所 广州 510275)

摘 要 采用常规方法对广东省番禺和五山两地种植的水稻内生放线菌进行分离、鉴定和分析,结果表明水稻内生放线菌多属于链霉菌属(*Streptomyces*),其中灰褐类群链霉菌(*S. griseofuscus*)的分离频率最高为 36.1%~69%,是水稻植株中的优势内生放线菌类群。研究了内生放线菌在水稻植株各器官中的分布,结果表明根中内生放线菌的多样性高于茎叶。番禺地区种植的水稻中分离出的内生放线菌种类较多。从感病品种及生长不良水稻植株中分离出的内生放线菌种类比较丰富。通过回接分离试验及利用扫描电镜观察内生菌在植物体内分布发现,水稻优势内生放线菌回接无菌组培苗后,不仅能够定殖在水稻植株的根表和根内部,而且存在于茎秆和叶片中。通过平板颍抗及代谢物的活性测定试验,发现所分离的内生放线菌 50% 对水稻某些病原菌有颍抗活性,其中灰褐类群链霉菌的比例达到 55.4%,成为所分离的水稻内生放线菌类群中具有颍抗活性的最大群体。

关键词 水稻,内生放线菌,体内定殖,颍抗活性

中图分类号:Q93 文献标识码:A 文章编号:0001-6209(2004)05-0641-06

不同的植物体内都存在大量的内生菌,迄今的研究表明,植物内生菌与宿主发生联系时,对宿主有以下影响:可增强宿主的抗病性^[1,2]、提高植物的生产力^[3,4]、抗逆抗虫^[5,6]、具有除草剂活性^[7]等。发挥这些作用是由于内生菌在植物体内繁殖和生长,并在体内产生有生物活性的次生代谢产物。因此,内生菌可能成为生物防治中有潜力的生物因子,在生态农业和生物农药研制方面具有重要的用途^[8]。内生放线菌最早主要集中于非豆科植物内生弗兰克氏菌(*Frankia*)固氮作用的研究上,后来 Sardi 等^[9]从多种植物根内部分离到放线菌,大多数为链霉菌, Trejo-Estradat 等^[10]研究发现内生放线菌可在植物组织中产生抗生素、溶解酶或铁载体等拮抗物质。Nishimura 等^[11]从月桂树上分离到一株具有抗菌活性的链霉菌,能够颍抗五种病原真菌, Shimizu 等^[4]在杜鹃花中分离到链霉菌,用其接种杜鹃花的组培苗后,可增强对多种病害的抗病性。最近澳大利亚 Coombs 研究小组从小麦根部分离的 60 多株放线菌中筛选到防治小麦全蚀病的菌株,在温室试验中可使小麦全蚀病的危害降低 70%[△],但其它农作物内生菌用来防治宿主病害的研究目前少见报道。

水稻是世界上最重要的农作物之一,包括大多数发展中国家在内约占 40% 的人口,其主要营养来源于水稻。但在水稻生产中,由于受稻瘟病菌(*Magnaphorthe oryzae*)、纹枯病菌(*Rhizoctonia solani*)、白叶枯病菌(*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*)、水稻恶苗病菌(*Fusarium moniliforme*)等病害的危害影响,严重影响了水稻的高产、稳产,从而直接威胁到人类的生产发展。当前,生产上这些病害的控制仍然是使用化学农药。大量使用化学农药会破坏生态平衡,造成农产品农药污染,不但损害了人和动物的健康,而且引起土壤微生物的种群数量减少,土壤肥力降低;另一方面引发病原菌产生耐药性,令防治效果难度加大。因此,我们迫切需要使用对自然生态无危害的生物防治方法来减少化学农药使用量。由于定植于植物内部,所以水稻内生菌是理想的候选生物防治菌。国内外对水稻内生菌的研究多集中在内生固氮细菌方面^[12~14],对内生放线菌的研究目前尚未见报导。本文对水稻内生放线菌的类群分布及其在植物体内定植情况进行了研究,并对所分离到的内生放线菌对几种水稻病原菌的颍抗活性进行了检测研究。

基金项目:国家自然科学基金(30370030)广东省自然科学基金(011124)

* 通讯作者。Tel:86-20-84110238; Fax:86-20-84036215; E-mail: lsszsl@zsu.edu.cn

作者简介:田新莉(1974-),女,新疆人,博士研究生,研究方向为微生物生化与分子遗传学。E-mail: t-xl@163.com

其他作者:陈明¹,肖汉翔²

收稿日期:2003-12-19,修回日期:2004-04-29

△ Coombs J T. ScienceNow! The national science forum 2002 20 to 22 August. (www.abc.net.au/science/news).

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 http://journals.im.ac.cn

1 材料和方法

1.1 采样地点和水稻品种

2002年6月10日在广东省的番禺、五山稻田采样。每个品种随机采样10株,每株分别随机选取整株中10个根和茎叶片段,进行内生放线菌的分离。采样水稻品种包括金凤占、华粳粳、华杂35、齐粒思苗。

1.2 病原菌株和培养基

水稻稻瘟病菌、纹枯病菌从感病稻株上分离得到,水稻白叶枯病菌由广东省农业科学院提供,水稻恶苗病菌由广东省微生物所提供。实验采用了S培养基^[15]、高氏合成1号琼脂^[16]、YEME培养基^[17]、稻秆煮汁培养基。

1.3 内生放线菌的分离

样品表面消毒方法参照文献^[15],分离内生放线菌的方法参照文献^[18]。表面消毒效果检查参照文献^[19]的方法进行。另外采用了Schulz^[20]的存活试验方法观察表面消毒效果。

1.4 内生放线菌菌株鉴定

采用高氏合成一号琼脂培养基埋片培养法,按文献^[15]、^[16]的方法鉴定。

1.5 内生放线菌在植物体内定殖

采用回接分离试验和扫描电镜观察,将分离到的内生放线菌接种于YEME液体培养基中,27℃振荡培养3d,用此菌液接种水稻无菌组培苗的根部,培养一周,表面消毒后从接种的幼苗根、茎叶中分离内生放线菌,以验证其内生特征。以戊二醛固定水稻幼苗的根、茎秆和叶片,利用扫描电镜观察被接种水稻植株中内生菌的定殖及分布情况^[21,22]。

1.6 内生放线菌及其代谢物的活性检测

平板抑菌试验:将4种水稻病原菌(纹枯病菌、稻瘟病菌、白叶枯病菌、恶苗病菌)接种于平板中央,内生放线菌接种于平板边缘,27℃培养,观察病原菌菌落周围的变化。

代谢物活性检测(1)发酵液粗提物的制备。将所有内生放线菌用高氏液体培养基27℃振荡培养10d,收获后将发酵物连同菌体一起冷冻干燥,之后移入试管,每支试管加入甲醇5mL浸泡。(2)滤纸片法进行活性检测:将病原菌接种于平板中央,在其周围放置用粗提物浸过的滤纸片。培养3~5d后观察病原菌菌落生长情况。

2 结果和分析

2.1 表面消毒效果

将表面消毒后的样品冲洗液涂布S平板,25℃

培养2周后无菌落长出。同时取10株已分离的代表性放线菌菌株,分别经表面消毒过程处理后接种到S平板上,25℃培养2周后,没有观察到生长。表明经过表面消毒过程,样品表面附生菌的影响已经消除,分离的菌株来自于样品内部。

2.2 内生放线菌的类群鉴定和分析

2.2.1 类群鉴定:从五山种植的4个水稻品种中共分离出内生放线菌274株,大多数属于链霉菌属(*Streptomyces* sp.)进一步鉴定为以下6个类群:灰褐类群(*griseofuscus*)、吸水类群(*hygroscopicus*)、灰红紫类群(*griseorubroviolaceus*)、烟灰类群(*cinereus*)、白孢类群(*albosporus*)、金色类群(*aureus*)。从番禺采集的一个水稻品种中共分离到内生放线菌191株(根内分离到110株,茎叶中81株),种类较为丰富,经鉴定多数属于链霉菌属(*Streptomyces*),对链霉菌属的放线菌进一步鉴定,归为以下9个类群:吸水类群(*hygroscopicus*)、灰褐类群(*griseofuscus*)、金色类群(*aureus*)、球孢类群(*globisporus*)、灰红紫类群(*griseorubroviolaceus*)、白孢类群(*albosporus*)、粉红孢类群(*roseosporus*)、烟灰类群(*cinereus*)、青色类群(*glaucaus*) (表1)。

灰褐类群的链霉菌(Group of *S. griseofuscus*)在五山和番禺、及不同水稻品种中均被分离到,分离频率为38.2%~70.1%不等,是水稻植株中分离频率最高的放线菌类群,因而是水稻中的优势放线菌类群,其在水稻生长发育过程中的作用值得重视和进一步研究。吸水类群链霉菌(Group of *S. hygroscopicus*)分离频率也较高,但在金凤占品种中未分离到。

2.2.2 品种间差异:在五山种植的不同水稻品种中,齐粒思苗与华粳粘是相对比较抗病的品种,华杂35是感病品种,金凤占是广西品种,在广东生长不适宜,生长性状较差。从齐粒思苗与华粳粘两个抗性较好的品种中分离出内生放线菌的种类较少(仅3个类群),从感病品种华杂35和生长性状较差的金凤占品种上分离出的内生放线菌种类较多(6个类群以上)(表1)。

2.2.3 同品种不同种植区差异:在两地种植的同一种水稻品种(齐粒思苗)植株体内分离到内生放线菌的种类不同,来自番禺的植株分离出10种类群,来自五山的植株只分离出3种类群,表明不同土壤环境对水稻内生放线菌类群影响较大(表1)。

表 1 番禺、五山水稻中内生放线菌的类群及其分离频率(%)*

Table 1 Percentage(%) of endophytic actinomycete genera isolated from rice plants in Panyu and in Wushan

Proportion of endophytic actinomycete	Panyu		Wushan		
	Qilisimiao	Qilisimiao	Huajingxian	Huaza35	Jingfengzhan
<i>Streptomyces</i>					
<i>griseofuscus</i>	38.2	63.4	54.4	52.9	70.1
<i>hygroscopicus</i>	33.5	26.8	33.0	8.7	0
<i>griseorubroviolaceus</i>	6.8	9.8	0	10.7	4.6
<i>crinereus</i>	3.7	0	12.6	10.6	7.3
<i>alboporus</i>	1.6	0	0	17.1	3.3
<i>aureus</i>	7.3	0	0	0	14.7
<i>globisporus</i>	6.3	0	0	0	0
<i>roseosporus</i>	1.6	0	0	0	0
<i>glaucus</i>	1.0	0	0	0	0

* Ten plants of one cultivar , for each plant , 10 leave fragments and 10 root fragments were analysed.

2.2.4 同植株不同器官内的差异 :实验发现番禺水稻中分离出的内生放线菌的种类较为丰富 ,因而对其在不同器官内的分布进行分析。内生放线菌大多属于 *S. griseofuscus*(根中 30.0% ,茎叶中 49.4%)和 *S. hygroscopicus*(根中 31.8% ,茎叶中 35.8%) ,其余类群所占比例较低。其中 ,金色类群(*aureus*) 球孢类群(*globisporus*) 白孢类群(*alboporus*) 粉红孢类

群(*roseosporus*) 青色类群(*glaucus*)的放线菌仅在根部分离到 ,茎叶中尚未见到这些类群 ,表明某些内生放线菌的分布呈现出器官特异性(表 2)。在茎叶中分离到的 5 种放线菌类群 ,在根中全部都分离到 ,进一步分析发现 ,在根中大约有 23 种放线菌 ,叶中仅有 10 种 ,说明水稻根中含有的内生放线菌种类较多。

表 2 水稻植株根、叶中内生放线菌的类群分布*

Table 2 Quantities(Q) and percentage(%) of endophytic actinomycete from rice leaves and roots

Proportion of Endophytic actinomycetes	Roots			Leaves		
	Number of species	Q	%	Number of species	Q	%
<i>Streptomyces</i>						
<i>griseofuscus</i>	6	33	30.0	5	40	49.4
<i>hygroscopicus</i>	5	35	31.8	3	29	35.8
<i>aureus</i>	4	14	12.7	0	0	0
<i>globisporus</i>	2	12	10.9	0	0	0
<i>griseorubroviolaceus</i>	1	5	4.5	1	8	9.9
<i>alboporus</i>	1	3	2.7	0	0	0
<i>roseosporus</i>	1	3	2.7	0	0	0
<i>cinereus</i>	2	3	2.7	1	4	4.9
<i>glaucus</i>	1	2	1.8	0	0	0
Total	23	110	100	10	81	100

* Ten plants ,for each plant ,10 leave fragments and 10 root fragments were analysed.

2.3 内生放线菌在植物体内的分布和定殖

使用所分离到的优势内生放线菌类群(*S. griseofuscus*)菌株 J-53 ,从水稻无菌组培幼苗根部接种 ,取幼苗经过表面消毒后 ,在根内、茎基部、叶鞘中都分离到的该种内生菌(图 1)。利用扫描电镜观察接种后植株上内生放线菌的定殖与分布情况 ,发现优势内生放线菌不仅能够大量聚集于植株根表面(图 2) ,而且能够在植物体内繁殖扩展 ,定殖于根、茎杆的内部及叶片上。从上述两方面证明这些放线菌确实属于水稻植株上的内生菌 ,能够很快适应植物组织内的生活。

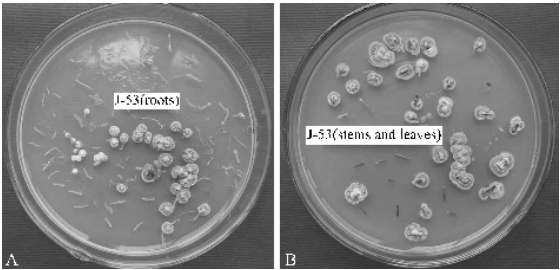


图 1 内生放线菌的回接分离结果

Fig.1 Re-isolation of endophytic actinomycete from inoculated rice seedling
A Endophytic actinomycete J-53 From roots of seedings ;B :From stems and leaves of seedlings.

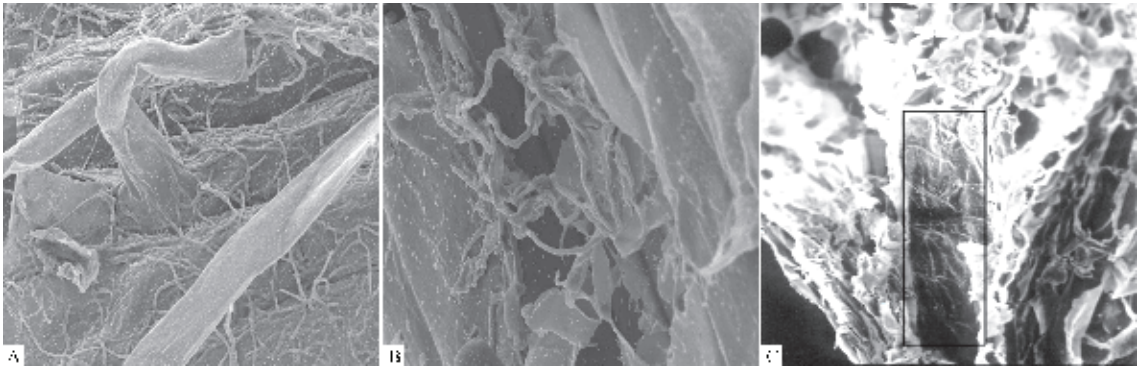


图 2 扫描电镜下观察到内生放线菌在水稻植株体内的定殖

Fig.2 The colonization of the endophytic actinomycete under scanning electronic microscope

A :The mycelia of endophytic actinomycete On root surface (2500 ×); B : On the root cross-section(4000 ×);
C : On the stem cross section (see inside the frame)(300 ×).

2.4 内生菌平板对峙试验和代谢物活性测定试验

经过平板拮抗试验、滤纸片法进行的内生菌代谢物活性检测 ,发现所分离的水稻内生菌中存在很多对水稻稻瘟病菌、纹枯病菌、白叶枯病菌、恶苗病菌有良好抑菌活性的菌株(图 3-A) 。50%的内生放线菌表现出拮抗至少一种水稻病原菌的能力 ,其中灰褐类群链霉菌(*S. griseofuscus*)的比例为 55.4% ,

构成了有活性内生放线菌最大的群体($P < 0.01$) (表 3) 。所分离的吸水类群链霉菌(*S. hygrosopicus*)中约 60%的菌株对水稻纹枯病菌有抗性 ,但也只是对纹枯病菌有抗性内生菌链霉菌群体总数的 24.5% 。一些内生放线菌的代谢物有较强的抑菌活性(图 3-B) ,是寻找新型杀菌剂的微生物资源。

表 3 对水稻病原菌具有抗性的内生放线菌比例(%)

Table 3 Population of antagonistic endophytic actinomycetes against different rice pathogens

Rice pathogens	Population of antagonistic endophytic <i>Streptomyces</i>				
	<i>griseofuscus</i>	<i>hygrosopicus</i>	<i>globisporus</i>	<i>aureus</i>	<i>albosporus</i>
<i>Magnaphorthe oryzae</i>	54.5	21.8	7.3	9.1	7.3
<i>Rhizoctonia solani</i>	53.1	24.5	8.2	8.2	6.1
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	66.7	33.3	0	0	0
<i>Fusarium moniliforme</i>	50.0	25.0	10.0	7.5	7.5
Above four pathogens	55.4	21.4	7.1	8.9	7.1

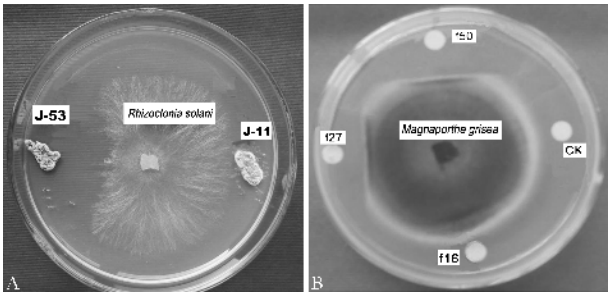


图 3 内生放线菌与植物病原菌拮抗试验

Fig.3 Dual culture between endophytes and pathogens

A :Pathogens(*Magnaporthe grisea* , *Rhizoctonia solani*) and endophytic actinomycetes(J-53 , J-11) ; B : All the fermented broth of isolated endophytes was freeze-dried and extracted with organic solvents ; the pathogens were inoculated in the centre of the rice-medium plate , a sterilized filter paper was dipped into the extract (f50 , f27 , f16) and then placed around the pathogens on the rice-medium plate . After incubation at 27°C , metabolite activities was observed .

3 讨论

研究发现 ,水稻内生放线菌绝大多数是链霉菌(*Streptomyces*) ,这与 Sardi 等^[9]、曹理想等^[18]对其它种类植物中内生放线菌研究的报导相一致。对不同采样点、不同品种水稻中内生放线菌的类群分布比较发现 :番禺的齐粒思苗品种分离出内生放线菌的种类比较丰富(10 个类群) ;而五山的齐粒思苗植株中种类相对较少(3 个类群) 。这种菌群差异可能由于不同的土壤环境所致 ,五山是典型的酸性红土 ,番禺靠近海滩 ,土壤相对偏碱性 ,碱性条件适合于放线菌的生存 ,因而番禺分离出放线菌的种类比较丰富。水稻根直接与土壤接触 ,因而根中放线菌受土壤放线菌影响 ,类群多样性高于茎叶。二个地区优势菌群也有一些差异 :五山水稻中分离到内生放线菌的

优势类群是灰褐类群链霉菌(*S. griseofuscus*);番禺除了灰褐类群之外,吸水类群链霉菌(*S. hygroscopicus*)的比例比较高(33.5%),接近于灰褐类群的比例(36.1%)。与其它类群相比较,均达到显著性差异,因而可与灰褐类群一起归为优势类群。其优势类群差异的原因可能与不同的土壤环境有关系。在抗病性强和生长良好的水稻植株中分离到内生菌类群较少,而生长较差和抗病性差的品种中内生菌类群相对较多。在感病的香蕉[△]和感病马铃薯^[23]中也发现了内生菌种类增加的现象。在相同环境中,感病品种自身抵御病害的能力弱,易受病原菌的浸染,造成伤口致使其它微生物进入植株体内的机会较多;另外,内生菌更易浸染生长较差的植株,这与植株生长不良时植物体内营养物质的运输有关,而较丰富的内生菌类群可能也间接参与了该植株的病害防御系统^[23]。

优势类群内生放线菌回接水稻组培苗后,用扫描电镜观察,发现其能够成功定植于植株根、茎秆表面及其内部,在叶片中也观察到该菌的存在,说明所分离到的内生放线菌适应植物组织内生活,植物体为有活性内生菌发挥生物学作用提供了场所。内生菌进入植物体时可能与分泌的细胞壁降解酶有关。

目前尚未见到对水稻内生放线菌类群进行分析的报导,本文首次对中国南方水稻内生放线菌主要类群进行了研究,分离到一批对水稻病原菌有抗菌活性的内生放线菌,试验发现一些菌株在平板对峙试验中有较好的抗菌活性,但是其代谢产物却没有表现出相应的活性。表明该菌株没有产生可扩散的抗生素,可能是其它的抗菌机制在起作用^[10]。在水稻的生长发育过程中,这些有活性内生菌与植物有密切的关系,进一步对内生放线菌与宿主在分子与细胞水平的联系深入研究,对于充分发挥它们在生物防治中的作用有着重要的意义。

参 考 文 献

[1] ElZik K M. Symbiotic organism associated with plant part of MAR and no-MAR cotton. *Phytopathology*, 1985, **75** :1344 - 1347.
[2] Shimizu M. Studies on endophytic actinomycetes(3). Disease resistance of tissue-cultured seedlings of rhododendron treated with *Streptomyces* sp. R-5. The 1st Asia Conference on Plant Pathology(ACP 2000), 2000, August 25-28, Beijing, China.
[3] Quaroni S, Saracchi M, Signorini E. Improvement of crop production induced by a root endophytic *Streptomyces*. 10th congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Montpellier (Francia) 1st-5th, June, 1997, 449 - 452.

[4] Shimizu M, Furumai T, Igarashi Y, *et al.* Association of induced disease resistance of rhododendron seedlings with inoculation of *Streptomyces* sp. R-5 and treatment with actinomycete D and amphotericin B to the tissue-culture medium. *The Journal of Antibiotics*, 2001, **54** (6): 501 - 505.
[5] Clay K, Holah J. Fungal endophyte symbiosis and plant diversity in successional fields. *Science*, 1999, **285** :1742 - 1745.
[6] Bush L P, Wilkinson H H, Schardl C L. Bioprotective alkaloids of grass-fungal endophyte symbioses. *Plant Physiology*, 1997, **114** :1 - 7.
[7] Peters S, Draeger S, Aust H J, *et al.* Interactions in dual cultures of endophytic fungi with host and nonhost plant calli. *Mycologia*, 1998, **90** :360 - 367.
[8] Miller S L. Functional diversity in fungi. *Canadian Journal Botany*, 1995, **73** (Suppl. 1): S50 - S57.
[9] Sardi P, Saracchi M, Quaroni S, *et al.* Isolation of endophytic *Streptomyces* strains from surface-sterilized roots. *Applied Environmental Microbiol*, 1992, **58** :2691 - 2693.
[10] Trejo-Estrada S R, Sepulveda I R, Crawford D L. *In vitro* and *in vivo* antagonism of *Streptomyces violaceusniger* YCED9 against fungal pathogens of turfgrass. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 1998, **14** :865 - 872.
[11] Nishimura T, Meguro A, Hasegawa S, *et al.* An endophytic actinomycete, *Streptomyces* sp. AOK-30, isolated from mountain Laurel and antifungal activity. *Journal of General Plant Pathology*, 2002, **68** (4) 390 - 397.
[12] Barraquio W L, Revilla L, Ladha J K. Isolation of endophytic diazotrophic bacteria from wetland rice. *Plant and Soil*, 1997, **194** :15 - 24.
[13] Verma S C, Ladha J K, Tripathi A K. Evaluation of plant growth promoting and colonization ability of endophytic diazotrophs from deep water rice. *Journal of Biotechnology*, 2001, **91** :127 - 141.
[14] Suman A, Shasany A K, Singh M, *et al.* Molecular assessment of diversity among endophytic diazotrophs isolated from subtropical Indian sugarcane. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2001, **17** :39 - 45.
[15] 阮继生, 刘志恒, 梁丽糯, 等. 放线菌研究及应用. 北京: 科学出版社, 1990, 2 - 18.
[16] 阎逊初. 放线菌的分类和鉴定. 北京: 科学出版社, 1992, 296 - 306, 1001 - 1008.
[17] 邓子新, 唐纪良. 链霉菌遗传操作手册. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1988, 170.
[18] 曹理想, 田新莉, 周世宁. 香蕉内生真菌、放线菌类群分析. 中山大学学报, 2003, **42** (2) 70 - 73.
[19] 宋子红, 丁立孝, 马伯军, 等. 花生内生菌的种群及动态分析. 植物保护学报, 1999, **26** (4) 309 - 314.
[20] Schulz B, Wanke U, Draeger S. Endophytes from herbaceous and shrubs: effectiveness of surface sterilization methods. *Mycological Research*, 1993, **97** :1447 - 1450.

△曹理想. 植物体内与海洋环境微生物的类群和功能多样性研究. 广州中山大学博士论文, 2003, 22-62.
© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>

- [21] Minamiyamat H , Shimizu M , Kunoh H , *et al* . Mutiplication of isolates R-5 of *Streptomyces galbus* on rhododendron leaves and its production of cell wall-degrading enzymes. *Journal of General Plant Pathology* , 2003 , **69** : 65 – 70 .
- [22] 杨海莲 ,孙晓璐 ,宋 未 ,等 . 水稻内生联合固氮细菌的筛选、鉴定及其分布特性 . 植物学报 ,1999 **41**(9) 927 – 931 .
- [23] Reiter B , Schwab H , Sessitsch A . Response of endophytic bacterial communities in potato plants to infection with *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* . *Applied Environmental Microbiol* , 2002 , **68** : 2261 – 2268 .

Studies on Communities of Endophytic Actinomycetes from Rice and Their Antipathogenic Activities *In vitro*

TIAN Xin-Li¹ CAO Li-Xiang¹ YANG Guo-Wu¹ HUANG Bing-Chao² ZHOU Shi-Ning^{1*}

(¹ State Key Laboratory for Biocontrol , College of Life Sciences , Sun Yat-sen University , Guangzhou 510275 ,China)

(² The Plant Protection Research Institute , Guangdong Academy of Agricultural Sciences ,Guangzhou 510275 ,China)

Abstract : This is the first report of filamentous actinobacteria isolated from surface-sterilized root and leave tissues of healthy rice plants . The isolation , characterization and analysis of the populations of endophytic actinomycetes were carried out on four rice cultivars in Panyu district and Wushan district in Guangdong province , South China . For all the different rice cultivars from the two sites , most endophytic actinomycetes is *Streptomyces* , among which *Streptomyces griseofuscus* constitute the preponderant actinomycetes accounting for 36.1 % to 69 % . The distributions of endophytic actinomycetes in roots and leaves were different , some were organ-specific . More diverse endophytic actinomycetes were isolated from roots than from leaves . The diversity of the endophytic actinomycetes in Wushan was less than that in Panyu . The alkaline soil in Panyu is better for the growth and colonization of actionmycetes . The results suggested that differences in chemical composition of soil could influence the endophytic microbial communities of rice plants . More diverse endophytic actinomycetes were isolated from poor-growing seedlings and susceptible rice cultivars than from the disease-resistant counterparts . Endophytic actinomycetes have been successfully re-isolated after rice seedlings inoculation . *Streptomyces griseofuscus* could not only colonize on interior and exterior of the rice roots but on the stem and leaves as observed with scanning electron microscopy . In the dual culture and activities detection of the metabolites , 50 % of all the isolated endophytic actinomycetes showed antagonistic to rice pathogens . *Streptomyces griseofuscus* , the greatest part of all the antagonistic communities , reached 55.4 % of all the active actinomycetes . These active endophytes inside the plants have intimate correlation with their host , they may play an important role in the development physiology and defense-response of rice .

Key words : Rice , Endophytic actinomycetes , Colonization inside plants , Antipathogenic activities

Foundation item : Chinese National Natural Science Foundation (30370030) ; Project of Natural Science Foundation of Guangdong (011124)

* Corresponding author . Tel : 86-20-84110238 ; Fax : 86-20-84036215 ; E-mail : lsszsl@zsu.edu.cn

Other authors : CHEN Ming¹ , XIAO Han-Xiang²

Received date : 12-19-2003

放线菌现代生物学与生物技术

刘志恒 姜成林 主编 2004 年 1 月科学出版社出版 7-03-011935-5/Q939.13 定价 48.00 元

放线菌作为一类重要的微生物资源 , 在人们寻找和发现新的生物活性代谢产物中有着非常重要的作用 . 本书以新的学术思想反映了近年来放线菌研究在分子和基因水平上的最新研究进展和成就 , 重点介绍了放线菌分子生物学基础理论及分子生物技术 .

本书适合于微生物学专业的高校师生、科研人员及微生物药物研究和药物生产领域中的相关人员参考 .