

# 一株水稻纹枯菌拮抗细菌的分离与鉴定

谢宗华 高健 王金玉 彭喜旭 唐新科 王海华\*

(湖南科技大学 生命科学学院 湖南 湘潭 411201)

**摘要:** 【目的】从土壤中分离并鉴定水稻纹枯菌拮抗细菌,测定其体外抑菌和温室防治效果。【方法】采用系列稀释法和平板对峙法筛选拮抗细菌,基于形态、生理特征及 16S rDNA 序列鉴定其分类地位,采用种子细菌化温室试验测定其防效。【结果】从蔬菜根际土壤中筛选出一株纹枯菌拮抗细菌,命名为 kwkjT4。菌株具有明显的体外抑菌活性,对水稻纹枯病的温室防效与井冈霉素相当,初步鉴定为假紫色色杆菌(*Chromobacterium pseudoviolaceum*)。最适生长条件为 pH 7.0, 温度 32 °C, 培养时间为 36 h; 抑菌活性物质产生的最适培养条件为 pH 6.0, 温度 28 °C, 培养时间为 48 h; 表明两者并不一致。【结论】kwkjT4 菌株在水稻纹枯病的生物防治中具有潜在的应用价值。这是 *C. pseudoviolaceum* 拮抗纹枯菌的首次报道。

**关键词:** 水稻纹枯病, 立枯丝核菌, 拮抗细菌, 鉴定, 假紫色色杆菌

## Isolation and identification of an antagonistic bacterium against *Rhizoctonia solani*, the causing agent of rice sheath blight

XIE Zong-Hua GAO Jian WANG Jin-Yu PENG Xi-Xu  
TANG Xin-Ke WANG Hai-Hua\*

(School of Life Sciences, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411201, China)

**Abstract:** [Objective] This study is aimed to isolate and characterize antagonistic bacteria from soil, and evaluate their *in vitro* inhibition and control efficacy against *Rhizoctonia solani*, the causing agent of rice sheath blight in a green house. [Methods] Serial dilution method and

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 30771387, 31171803); 国家公益性(农业)行业科研专项(No. nyhyzx3-16); 湖南省自然科学基金重点项目(No. 10JJ2030)

\*通讯作者: Tel: 86-731-58290476; Fax: 86-731-58290478; 信箱: haihuawxt@163.com

收稿日期: 2011-09-26; 接受日期: 2012-01-16

dual culture technique on agar plate were used for screening bacteria. Strain identification was based on morphological and physiological characteristics, and phylogenetic analysis of 16S rDNA sequence. Control efficacy against rice sheath blight was evaluated by seed bacterization tests in a green house. **[Results]** An antagonistic bacterial strain against *Rhizoctonia solani* was isolated and screened from vegetable rhizosphere soil. The strain, designated as kwkjT4, exhibited excellent *in vitro* inhibition against the fungal pathogen. Its control efficacy against rice sheath blight was comparable to that of jinggangmycin. It was preliminarily identified as a strain of *Chromobacterium pseudoviolaceum*. The optimal growth conditions of the strain were as follows: pH 7.0, temperature 32 °C, incubation time 36 h. Inconsistence with those for the bacterial growth, the optimal conditions for accumulating inhibitory substances were pH 6.0, temperature 28 °C, and incubation time 48 h. **[Conclusions]** Strain kwkjT4 had potentials for the biological control of rice sheath blight. This is the first report on the antagonism of *C. pseudoviolaceum* against *Rhizoctonia solani*.

**Keywords:** Rice sheath blight, *Rhizoctonia solani*, Antagonistic bacterium, Identification, *Chromobacterium pseudoviolaceum*

水稻纹枯病是由立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani* Kühn)引起的土传病害,广泛分布于世界各水稻产区<sup>[1-2]</sup>。近年来,随着高产、矮秆、多穗、耐肥品种(组合)的应用推广,耕作方式(如抛秧、施氮量增加)和气候条件的变化,水稻纹枯病的发生日益加重,在我国长江流域和南方的一些省区,目前已列于稻瘟病之前,居水稻病害之首,成为水稻高产、稳产的严重障碍<sup>[3]</sup>。纹枯病发病后叶片枯死,结实率下降,千粒重减轻,秕谷增多,可造成 10%–30% 的产量损失,严重时减产可达 50%<sup>[4]</sup>。至今未发现对纹枯病免疫的水稻品种,抗性品种也非常稀少,给抗病育种增加了难度<sup>[5]</sup>。

我国水稻纹枯病的防治长期主要依靠井冈霉素,但长期、大范围应用单一药剂可带来抗药性问题。在河南和福建等省份发生了井冈霉素的田间抗性<sup>[6-7]</sup>。考虑到健康和环境因素,欧盟已于 2002 年禁止使用井冈霉素<sup>[8]</sup>。因此,为了提高综防效益,很有必要探索新的针对水稻纹枯病的防治策略。利用土壤拮抗微生物及其代谢产物是水稻纹枯病防治的重要途径,具有广泛的应用前景<sup>[9]</sup>。一些微生物,如枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)<sup>[9-11]</sup>、

荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)<sup>[2,12]</sup>、禾长蠕孢菌(*Helminthosporium gramineum* Rabenh)<sup>[13]</sup>和链霉菌(*Streptomyces* sp.)<sup>[14]</sup>可以作为潜在的水稻纹枯病生防菌。本文从本地蔬菜根际土壤中筛选出一株对水稻纹枯菌具有明显抑制活性的细菌,命名为 kwkjT4。经形态、生理生化和 16S rDNA 序列进化分析,可初步鉴定为假紫色色杆菌(*Chromobacterium pseudoviolaceum*)。这是假紫色色杆菌拮抗水稻纹枯菌的首次报道。本文还测定了菌株 kwkjT4 生长和抑菌活性物质产生的最适条件,以及菌悬液种子处理对水稻纹枯病的温室盆栽试验防效,为探索水稻纹枯病安全有效的生物防治措施及阐明菌株的拮抗机制奠定了基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 水稻纹枯菌的培养

水稻纹枯菌 GD118 菌株由华南农业大学植物病理学系周而勋教授惠赠,以菌核的形式保藏在 -70 °C 冰箱中。传代培养采用马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基,28 °C 培养 2 d。

## 1.2 细菌的分离

土壤采自本地蔬菜根际,以无菌水浸泡,于 32 °C 振荡 24 h,取悬浊液,采用系列稀释法分离细菌,挑选单菌落后,划线纯化。细菌的培养、保藏采用营养肉汤(NB)琼脂或液体培养基。

## 1.3 拮抗细菌的筛选

拮抗细菌的筛选采用平板对峙法<sup>[15]</sup>。纹枯菌菌株在 PDA 平板上 28 °C 培养 1 d,用 0.5 cm 的打孔器制成菌饼,取 1 块置另一 PDA 平板中心,在距菌饼 3 cm 处的 3 个点对称接种分离的细菌,28 °C 培养 2 d。

## 1.4 发酵液抑菌活性的测定

将活化的拮抗菌单菌落接种至 NB 液体培养基中,28 °C、180 r/min 振荡培养 24 h 作为种子培养物;按 2% (V/V)的接种量转接至含 100 mL 培养基的 500 mL 三角瓶中,28 °C、180 r/min 振荡培养 24–48 h;发酵液于 8 000 r/min 离心 10 min,取 1 mL 上清液与 30 mL PDA 培养基混匀倒平板(9 cm),冷却后于平板中心接种纹枯菌菌饼(0.5 cm),28 °C 培养,待对照长至培养皿边缘时测量抑菌圈大小(cm)。同时,挑取抑菌带边缘菌丝,在显微镜下观察菌丝的生长与形态变化。以不加拮抗菌发酵液的平板作为对照,设 3 个重复。相对抑菌率(%)=(对照菌丝扩展直径—处理菌丝扩展直径)/对照菌丝扩展直径×100<sup>[14]</sup>。

## 1.5 培养条件对拮抗菌生长和抑菌活性的影响

按 2% (V/V)接种量将种子培养物接种至 NB 液体培养基中,180 r/min 振荡培养,分别于不同起始 pH、培养温度和时间条件下,测定细菌的生长量和抑菌效果。细菌生长量测定采用分光光度法,于 640 nm 记录其 OD 值(UV-1206,日本岛津)。

## 1.6 温室防效试验

取秈稻谷,浸泡 2 d,接种 2 d 菌龄的纹枯菌菌丝块,28 °C、90%–95%湿度下暗培养 3 d,以制

备纹枯菌接种物。田间取土,晾晒 1–2 d,碾碎,过筛,分批灭菌( $1 \times 10^5$  Pa, 40–50 min)。将纹枯菌接种物与灭菌土(1:10, V/V)充分混合制成带菌土,装入苗床(45 cm×30 cm×10 cm),装土量为苗床容积一半,每个苗床播种 200 颗稻种(秀水 11),置室外温室培养,28 °C–30 °C (昼)/20 °C–22 °C (夜),湿度 85%–90%,自然光周期。采用下述处理:(1)种子浸泡在无菌自来水中 2 d 后播种(对照);(2)种子浸泡在拮抗菌悬浮液( $1 \times 10^9$  CFU/mL)中 2 d 后播种;(3)对照播种后 10 d 用井冈霉素(5%可溶性粉剂)按使用说明进行叶面喷雾。每处理设两个平行样,随机区组试验,重复 3 次。播种 3 周后,每处理随机调查 100 株稻苗,检查纹枯病的发病程度。病情用相对病斑高度来表示<sup>[9]</sup>。相对病斑高度(%)=(病斑高度/植株高度)×100。防效(%)=(对照的相对病斑高度—处理的相对病斑高度)/对照的相对病斑高度×100。

## 1.7 菌种鉴定

**1.7.1 形态与生理特征:**记录培养 48 h 后的菌落大小、形态、颜色和透明度等特征。革兰氏染色参照文献[16],生理特征鉴定按照 Kampfer 等<sup>[17]</sup>描述的方法。

**1.7.2 细菌基因组 DNA 提取与 PCR 扩增:**细菌基因组 DNA 的提取和 PCR 产物的回收采用试剂盒(北京索莱宝科技公司),按厂商说明书操作。16S rDNA 序列的 PCR 扩增采用通用引物对(正向引物:5'-AGAGTTTGATCATGGCTCAG-3',反向引物:5'-GGTACCTTGTTACGACTT-3')。扩增程序为:94 °C 3 min;94 °C 40 s,65 °C 40 s,72 °C 1 min,共 30 个循环;72 °C 8 min。引物合成和测序由上海生工完成。

**1.7.3 系统发育分析:**采用 BLASTn 程序在 GenBank 数据库中进行同源序列搜索。以 *E. coli* 16S rDNA 序列作为外群,用 MEGA 4.1 软件进行多重序列比对和系统发育树构建(邻接法<sup>[18]</sup>),并

用 Bootstrap 软件对进化树进行 1 000 次可信度分析<sup>[19]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 水稻纹枯菌拮抗细菌的筛选

用系列稀释法从蔬菜根际土壤中分离出 161 株细菌, 对其中 17 株具有明显不同培养特征的细菌采用平板对峙法进行粗筛, 获得了 3 株对水稻纹枯菌具有拮抗作用的菌株, 编号为 kwkjT4、12 和 17 (图 1)。kwkjT12 和 17 分别初步鉴定为铜绿假单胞菌 (*Pseudomonas aeruginosa*) 和芽孢杆菌 (*Bacillus* sp.) (结果未显示)。已知铜绿假单胞菌<sup>[20]</sup>和某些芽孢杆菌<sup>[9-11]</sup>, 是水稻纹枯病的生防菌株。

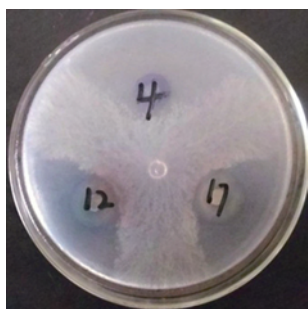


图 1 3 株拮抗细菌对纹枯菌的抑菌带  
Fig. 1 Inhibition zones of *Rhizoctonia solani* by three strains of isolated antagonistic bacteria on agar

平板对峙法是拮抗菌筛选和抗菌谱测定的简易方法<sup>[21]</sup>, 但不宜用于拮抗菌抑制活性的精确测定。为了比较这 3 株细菌对纹枯菌的体外抑制活性, 将其发酵液以一定比例添加至 PDA 培养基中, 测量指示细菌的菌丝扩展直径, 计算相对抑菌率。结果表明, kwkjT4 的抑菌效果较铜绿假单胞菌(kwkj12)和芽孢杆菌(kwkjT17)好, 抑菌效果为 55.1% (表 1)。因此, 选择 kwkjT4 菌株进行下一步研究。

### 2.2 kwkjT4 菌株对纹枯菌菌丝生长和形态的影响

对照纹枯菌菌丝生长正常, 伸展良好, 形态

均匀。用 kwkjT4 菌株发酵液处理后, 菌丝生长受抑, 明显变形扭曲, 萎缩, 局部肿胀 (图 2), 说明该菌株分泌抑菌活性物质。

表 1 3 株拮抗细菌对纹枯菌的抑制作用 Table 1 Inhibition against <i>Rhizoctonia solani</i> by three strains of isolated bacteria				
菌株 Strains	对照 Control	kwkjT4	kwkjT 12	kwkjT 17
菌丝扩展直径 Diameters of mycelial growth (cm)	8.51 <sup>a</sup>	3.82 <sup>d</sup>	4.82 <sup>c</sup>	5.46 <sup>b</sup>
相对抑菌率 Relative inhibitory rate (%)	—	55.1 <sup>a</sup>	42.7 <sup>b</sup>	35.1 <sup>c</sup>

注: 同行标有相同字母的数字表示差异不显著 (新复极差法测验,  $P=0.05$ )。

Note: Figures marked with the same letter mean within rows are not significantly different according to Duncan's test ( $P=0.05$ ).

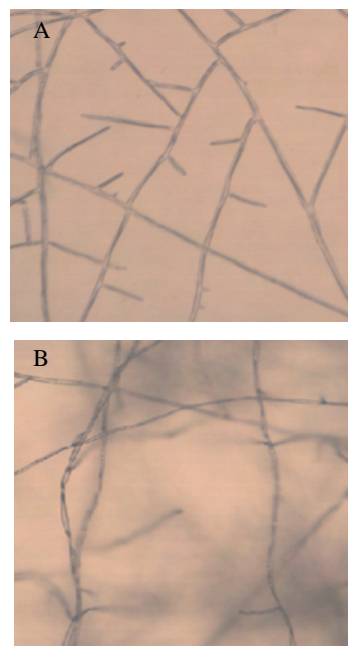


图 2 纹枯菌菌丝的形态观察  
Fig. 2 Light micrographs of *Rhizoctonia solani* hyphae growing on agar

注: A: 对照; B: 菌株 kwkjT4 发酵上清液处理。

Note: A: Untreated control; B: Treated with culture supernatant of strain kwkjT4.

### 2.3 菌株 kwkjT4 生长和抑菌活性物质产生的最适条件

菌株 kwkjT4 的最适生长条件为: pH 7.0、32 °C, 生长稳定期为 36 h; 抑菌活性物质产生

的最适条件为: pH 6.0, 温度 28 °C, 培养时间为 48 h (图 3 A-C)。细菌的抑菌活性物质一般为次生代谢物, 这可能是两者最适条件不一致的原因。

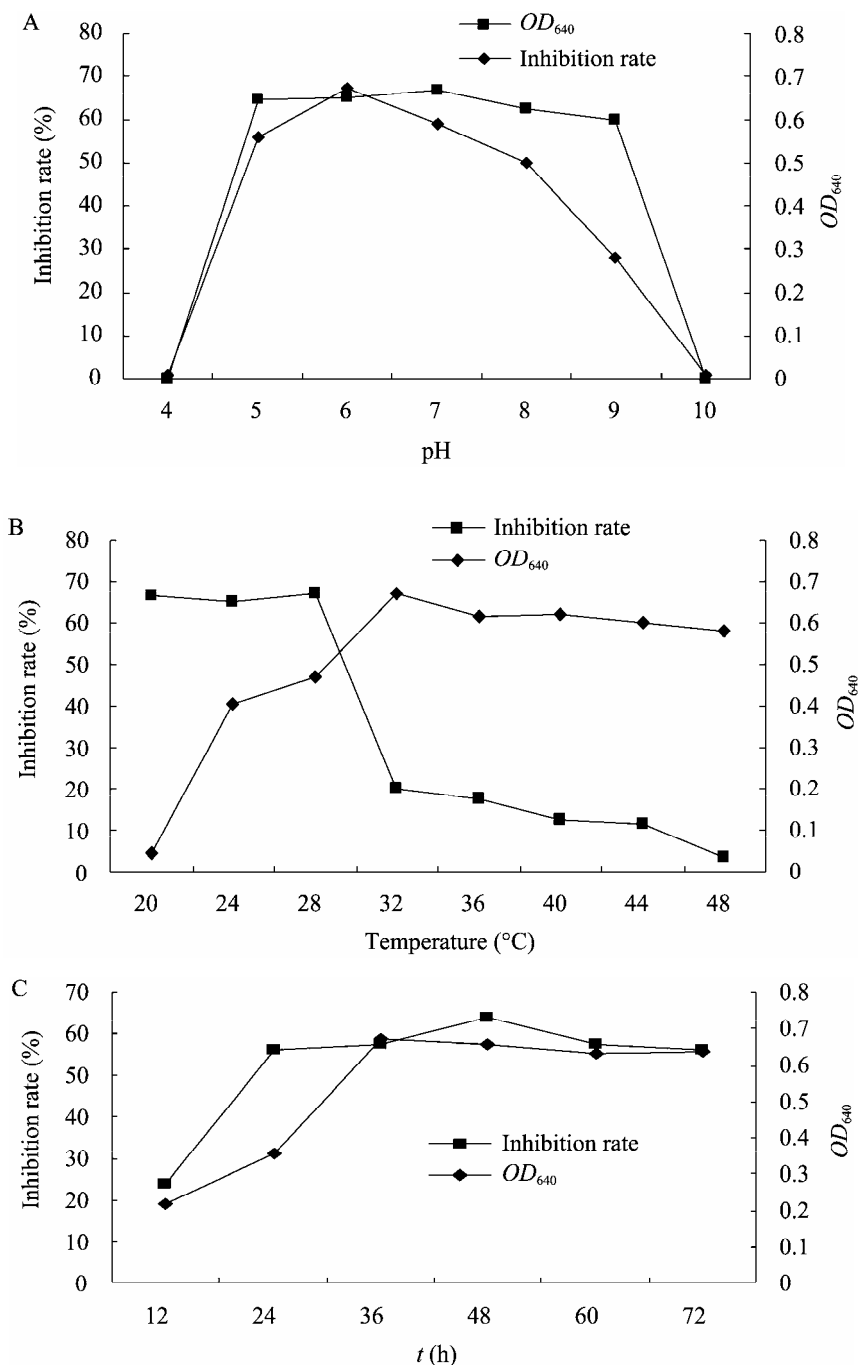


图 3 菌株 kwkjT4 生长和抑制活性物质产生的最适 pH (A)、培养温度(B)和时间(C)

Fig. 3 Optimal pH (A), temperature (B), and incubation hours (C) for the growth and inhibition against *Rhizoctonia solani* of strain kwkjT4

2.4 稻种细菌化温室试验防效

种子细菌化试验是衡量生防细菌防效的重要方法，特别是针对土传病害或种子病害<sup>[9,22]</sup>。水稻纹枯病是土传病，其致病菌 *R. solani* 以菌丝或菌核形态习居于土壤中。用 kwkjT4 菌悬液浸泡种子播种在人工模拟带菌的田土中，通过温室盆栽试验发现，该菌株对纹枯病的防效达 61.9%，稍低于井冈霉素喷雾的效果，但两者间无显著差异( $P=0.05$ )(表 2)。未发现 kwkjT4 菌悬液浸种对出苗率有影响(结果未显示)。这些结果提示，该菌株具有开发成生防制剂的前景。

2.5 菌株 kwkjT4 的形态学特征

菌株 kwkjT4 的革兰氏染色呈阴性，球杆状、杆状，单个或成对排列，个别菌体稍弯曲。在 NB 琼脂平皿上 32 °C 培养 24 h 后，菌落直径 1.0 mm–2.5 mm，呈鲜艳紫罗兰色，稍具金属光泽、圆形、扁平、光滑、湿润、边缘整齐、不透明(图 4)。

2.6 系统发育分析

基于邻接法构建了 16S rDNA 系统发育树(图 5)，结果表明，菌株 kwkjT4 与模式菌株 *C. violaceum* (JCM 1249<sup>T</sup>)和 *C. pseudoviolaceum*

表 2 kwkjT4 菌株浸种对纹枯病的温室试验防效			
Table 2 Control efficacy of seed bacterization with kwkjT4 isolate against sheath blight in green house tests			
处理 Treatments	对照(水) Control (Water)	kwkjT4	井冈霉素 Jinggangmycin
相对病斑高度 Relative lesion height (%)	53.6 <sup>a</sup>	20.4 <sup>b</sup>	18.9 <sup>b</sup>
防效 Control efficacy (%)	—	61.9 <sup>a</sup>	64.7 <sup>a</sup>

注：同列中标有相同字母的数字表示差异不显著(新复极差法测验,  $P=0.05$ ).  
Note: Figures marked with the same letter mean within rows are not significantly different according to Duncan’s test ( $P=0.05$ ).

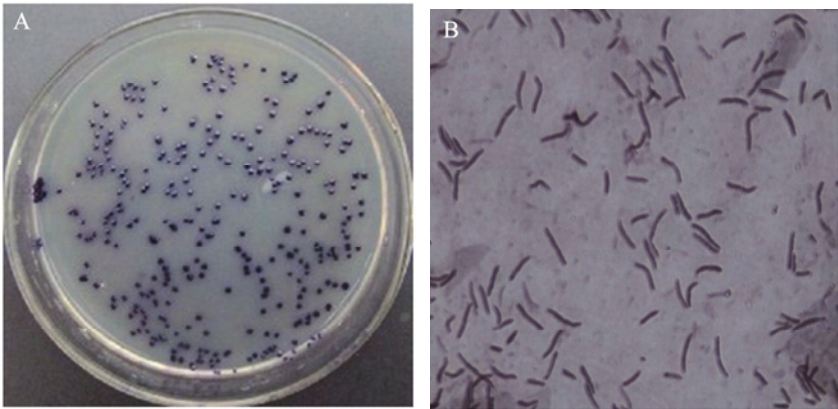


图 4 菌株 kwkjT4 的菌落(A)和显微形态(B, ×40)  
Fig. 4 Colonies (A) and optical micrograph (B, ×40) of strain kwkjT4

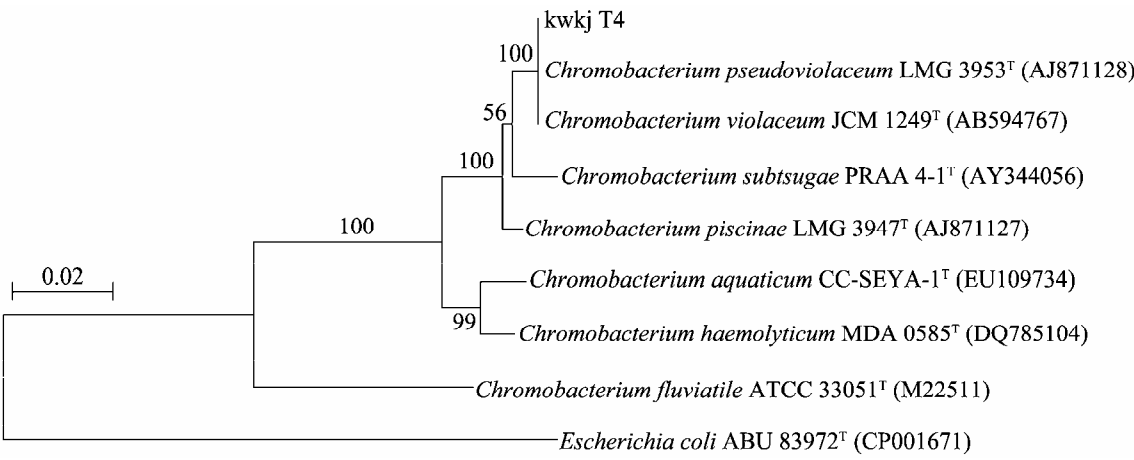


图 5 基于 16S rDNA 序列的系统发育树

Fig. 5 Phylogenetic tree based on 16S rDNA sequences

注：解鞋带值标注在分枝上；T：模式菌株；标尺表示 100 个核苷酸中有 2 个替换。  
Note: Bootstrap percentages are shown in branches. T: Typical strains. Bar indicates two substitutions per 100 nucleotide positions.

表 3 kwkjT4 菌株的生理特征			
Table 3 Physiological characteristics of strain kwkjT4			
测定指标 Test indicators	C. violaceum	C. pseudoviolaceum	kwkjT4
内消旋肌醇 myo-Inositol	—	—	—
D-甘露醇 D-Mannitol	—	—	—
D-山梨醇 D-Sorbitol	—	—	—
1,4-丁二胺 1,4-Butanediamine	—	—	—
丙酸盐 Propionate	—	+	—
柠檬酸盐 Citrate	—	—	—
α-酮戊二酸 α-Oxoglutarate	—	—	—
L-天冬氨酸盐 L-Aspartate	—	+	+
L-亮氨酸 L-Leucine	—	—	—
L-脯氨酸 L-Proline	—	+	+

注：+：阳性；—：阴性。  
Note: +: Positive reaction; —: Negative reaction.

(LMG 3953<sup>T</sup>) 聚类在同一分支，相似性均为 100%，说明三者具有高度的同源性。

2.7 菌株 kwkjT4 的生理特征

为了进一步确定菌株 kwkjT4 的分类地位，对其进行了生理生化鉴定。结果表明，该菌株与 C. pseudoviolaceum 的生理特征相似性较 C.

violaceum 高<sup>[17]</sup> (表 3)。结合形态培养特征，菌株 kwkjT4 可初步鉴定为 C. pseudoviolaceum。

3 结论

本研究从蔬菜根际土壤中筛选出一株对纹枯菌具有较好拮抗作用的细菌 kwkjT4，稻种细菌

化温室试验的防效达 61.9%，与井冈霉素的效果相当。基于形态、培养和生理特征，结合 16S rDNA 序列分析，初步鉴定为假紫色色杆菌(*C. pseudoviolaceum*)。kwkjT4 发酵液抑制纹枯菌菌丝生长，处理后菌丝明显变形扭曲，萎缩，局部肿胀，提示该菌分泌抑菌活性物质是其拮抗机制之一。该菌株抑菌物质产生的最适发酵条件与最适生长条件不一致，前者为 pH 6.0，温度 28 °C，培养时间为 48 h；后者为 pH 7.0，温度 32 °C，生长稳定期为 36 h。本文为 kwkjT4 菌株抗菌化合物的分离和拮抗机理的研究奠定了基础，同时可能为水稻纹枯病的防治提供有潜在应用价值的生防菌株，但有效、可储存的生防制剂的开发必需克服 kwkjT4 是革兰氏阴性、无芽孢菌株的障碍。下一步需要调查菌株的成株期喷雾和田间防治效果。

## 参 考 文 献

- [1] Lee FN, Rush MC. Rice sheath blight: a major rice disease[J]. Plant Disease, 1983, 67(7): 829–832.
- [2] Rabindran R, Vidhyasekaran P. Development of a formulation of *Pseudomonas fluorescens* PfALR2 for management of rice sheath blight[J]. Crop Protection, 1996, 15(8): 715–721.
- [3] 刘薇, 杨超, 邹剑锋, 等. 水稻纹枯病生物防治研究进展[J]. 广西农业科学, 2009, 40(5): 512–516.
- [4] 孟庆忠, 刘志恒, 王鹤影, 等. 水稻纹枯病研究进展[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(5): 376–381.
- [5] Srinivasachary, Willocquet L, Savary S. Resistance to rice sheath blight (*Rhizoctonia solani* Kühn) [(teleomorph: *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk.) disease: current status and perspectives[J]. Euphytica, 2011, 178(1): 1–22.
- [6] 张穗, 周梅先, 宋万昌, 等. 河南省固始等地稻纹枯病菌对井冈霉素的敏感性[J]. 植物保护学报, 1999, 26(2): 189–190.
- [7] 胡秀荣, 许文耀, 吕伟成, 等. 福建省水稻纹枯病菌对井冈霉素的抗药性检测[J]. 中国农学通报, 2006, 22(增刊): 160–162.
- [8] The Commission of the European Communities. Commission regulation (EC) No. 2076/2002. Official Journal of the European Communities, 2002: L319/3–L319/11. Available from: eur-lex.europa.eu.
- [9] 陈志谊, 许志刚, 高泰东, 等. 水稻纹枯病拮抗细菌的评价与利用[J]. 中国水稻科学, 2000, 14(2): 98–102.
- [10] Yang DJ, Wang B, Wang JX, et al. Activity and efficacy of *Bacillus subtilis* strain NJ-18 against rice sheath blight and *Sclerotinia* stem rot of rape[J]. Biological Control, 2009, 51(1): 61–65.
- [11] Leelasuphakul W, Sivanunsakul P, Phongpaichit S. Purification, characterization and synergistic activity of  $\beta$ -1, 3-glucanase and antibiotic extract from an antagonistic *Bacillus subtilis* NSRS 89-24 against rice blast and sheath blight[J]. Enzyme and Microbial Technology, 2006, 38(7): 990–997.
- [12] Choi GJ, Kim JC, Park EJ, et al. Biological control activity of two isolates of *Pseudomonas fluorescens* against rice sheath blight[J]. The Plant Pathology Journal, 2006, 22(3): 289–294.
- [13] Duan GF, Zhang ZB, Zhang JP, et al. Evaluation of crude toxin and metabolite produced by *Helminthosporium gramineum* Rabenh for the control of rice sheath blight in paddy fields[J]. Crop Protection, 2007, 26(7): 1036–1041.
- [14] Prabavathy VR, Mathivanan N, Murugesan K. Control of blast and sheath blight diseases of rice using antifungal metabolites produced by *Streptomyces* sp. PM5[J]. Biological Control, 2006, 39(3): 313–319.
- [15] 辜运富, 张云飞, 张小平. 一株抗玉米纹枯病内生细菌的分离鉴定及其抗病促生作用[J]. 微生物学通报, 2008, 35(8): 1240–1245.



- [16] 东秀珠, 蔡妙英. 常见细菌系统鉴定手册[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 186–188.
- [17] Kämpfer P, Busse HJ, Scholz HC. *Chromobacterium piscinae* sp. nov. and *Chromobacterium pseudoviolaceum* sp. nov., from environmental samples[J]. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2009, 59(10): 2486–2490.
- [18] Saitou N, Nei M. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees[J]. Molecular Biology and Evolution, 1987, 4(4): 406–425.
- [19] Felsenstein J. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap[J]. Evolution, 1985, 39(4): 783–791.
- [20] 任小平, 谢关林, 王笑. 铜绿假单胞菌 ZJ1999 对水稻纹枯病的防治及其在水稻上的定殖[J]. 中国生物防治, 2006, 22(1): 54–57.
- [21] 李小俊, 成丽霞, 吴彦彬, 等. 拮抗菌抗菌谱及发酵液拮抗能力测定的新方法[J]. 生物技术, 2007, 17(1): 55–58.
- [22] Levenfors JP, Eberhard TH, Levenfors JJ, et al. Biological control of snow mould (*Microdochium nivale*) in winter cereals by *Pseudomonas brassicacearum*, MA250[J]. BioControl, 2008, 53(4): 651–665.

~~~~~  
(上接 p.457)

## 征 稿 简 则

### 3.3 摘要写作注意事项

3.3.1 英文摘要: 1) 建议使用第一人称, 以此可区分研究结果是引用文献还是作者得出的; 2) 建议用主动语态, 被动语态表达拖沓模糊, 尽量不用, 这样可以避免长句, 以求简单清晰; 3) 建议使用过去时态, 要求语法正确, 句子通顺; 4) 英文摘要的内容应与中文摘要一致, 但可比中文摘要更详尽, 写完后务必请英文较好且专业知识强的专家审阅定稿后再返回编辑部。5) 摘要中不要使用缩写语, 除非是人人皆知的, 如: DNA, ATP 等; 6) 在英文摘要中, 不要使用中文字体标点符号。

3.3.2 关键词: 应明确、具体, 一些模糊、笼统的词语最好不用, 如基因、表达……

## 4 特别说明

### 4.1 关于测序类论文

凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲)或 GenBank (美国)或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.)后再投来。

### 4.2 关于版权

4.2.1 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。

4.2.2 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的)版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。

4.2.3 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。

4.2.4 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

### 4.3 审稿程序及提前发表

4.3.1 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登陆我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登陆我刊系统上传修改稿, 待编辑部复审后将给作者发稿件录用通知单, 稿件按照稿号顺序进入排队发表阶段。

4.3.2 对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。如作者要求提前发表, 请在投稿的同时提出书面报告, 说明该研究成果的重要性、创新性、竞争性和提前发表的必要性, 经过我刊的严格审查并通过后, 可予提前刊出。

## 5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

## 6 联系我们

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511

E-mail: tongbao@im.ac.cn

网址: <http://journals.im.ac.cn/wwxtbcn>