

具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌的 分离鉴定及其抗菌活性

龚凤娟 恩特马克·布拉提白 张宇凤 吾鲁木汗·那孜尔别克*

(吉首大学 生物资源与环境科学学院 湖南 吉首 416000)

摘要: 采用富集筛选法从杜仲根中分离到 5 株具有 ACC 脱氨酶活性的内生细菌, 利用纸片法测定它们的抑菌活性, 通过形态特征、生理生化试验和 16S rRNA 序列分析对分离菌株进行鉴定。结果显示, 5 株杜仲内生细菌均具有较高的 ACC 脱氨酶活性, 其中 4 株菌对大肠杆菌 CGMCC1.1103 和枯草芽孢杆菌 CGMCC1.769 均有较好的抑菌活性, 通过生理生化试验和 16S rRNA 序列分析, 将菌株 JDM-2、JDM-8、JDM-11、JDM-14 和 JDM-19 分别鉴定为 *Pseudomonas koreensis*、肺炎克雷伯氏菌(*Klebsiella pneumoniae*)、路德维希肠杆菌(*Enterobacter ludwigii*)、变栖克雷伯氏菌(*Klebsiella variicola*)和阿氏肠杆菌(*Enterobacter asburiae*)。

关键词: 杜仲, 内生细菌, ACC 脱氨酶, 抑菌活性, 鉴定

Isolation and antibacterial activity of ACC deaminase-containing endophytic bacteria from *Eucommia ulmoides* Oliver

GONG Feng-Juan BORRATHYBAY Entomack ZHANG Yu-Feng
NAZIERBIEKE Wulumuhan*

(College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou, Hunan 416000, China)

Abstract: Five endophytic bacteria containing ACC-deaminase were isolated from the roots of *Eucommia ulmoides* Oliver based on their ability to utilize ACC as a nitrogen source, and their antibacterial activities were determined by using the agar disc diffusion test. Identification of these isolates was determined by their morphological, physiological-biochemical properties and phylogenetic analysis based on 16S rRNA gene sequences. The ACC deaminase activity assay demonstrated that the five endophytic bacterial isolates expressed the ACC deaminase activity, and four isolates of them displayed antibacterial activity against *Escherichia coli* CGMCC1.1103 and *Bacillus subtilis* CGMCC1.769, re-

spectively. Five ACC deaminase-containing endophytic bacteria isolates named as JDM-2, JDM-8, JDM-11, JDM-14 and JDM-19 were identified as *Pseudomonas koreensis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter ludwigii*, *Klebsiella variicola* and *Enterobacter asburiae*, respectively.

Keywords: *Eucommia ulmoides* Oliver, Endophytic bacteria, ACC deaminase, Antibacterial activity, Identification

杜仲(*Eucommia ulmoides* Oliver)是杜仲科杜仲属的落叶乔木,我国特有树种,国家二级保护植物,也是中国传统的名贵中药^[1]。研究证明,杜仲根、茎、叶含有绿原酸、桃叶珊瑚甙、京尼平甙、木脂素类、环烯醚萜类、松脂醇二葡萄糖等多种次生代谢产物,它们具有抗菌、抗肿瘤、镇静止痛、利尿、调节血压、增强免疫功能、抗疲劳、抗衰老等药理活性^[2],因此杜仲可以作为筛选具有抗菌抗癌活性内生细菌的新材料。

植物内生菌(Endophyte)是指一类在其部分或全部生活史中存活于健康植物各种组织内部或细胞间隙,而不使宿主植物产生明显病理症状的微生物^[3]。内生菌通过与宿主植物的相互作用,使植物能够在特定环境条件下生长和繁殖,而一些内生菌还可以合成与宿主植物相同或相似的次生代谢产物^[4]。1993年 Stierle 等^[5]从短叶红豆杉内生真菌中分离得到紫杉醇后,国内外学者从多种药用植物中陆续分离得到产生活性物质的内生菌。Glick 等^[6]的研究表明部分植物根际促生细菌可产生 1-氨基环丙烷-1-羧酸(1-Aminocyclopropane-1-carboxylate, ACC)脱氨酶,该酶是通过催化乙烯的前体 ACC 分解成 α -丁酮酸和氨来降低植物体内乙烯的合成,从而减少过量乙烯对植物生长造成的不利影响。Holguin 和 Glick^[7]为了确定 ACC 脱氨酶对植物的促生作用,将阴沟肠杆菌 UW 的 ACC 脱氨酶基因 *acdS* 克隆到广宿主范围质粒 pRK415,将重组质粒 pRKACC 分别转化固氮螺菌 Cd 和 Sp245 并检测它们对植物的促生作用,结果显示与固氮螺菌 Cd 和 Sp245 相比重组菌 Cd/pRKACC 和 Sp245/pRKACC 均能促进番茄和油菜幼苗的生长。吉文秀和黄晓东^[8]从辽东海滨湿地植物翅碱蓬根际土壤中分离到 4 株含 ACC 脱氨酶的根际细菌,并在盐胁迫条件下检测它们对燕麦初生苗生长的影响,结果表明这 4 株菌在 10 g/L NaCl

盐胁迫下也均表现出显著的促生效应。Zahir 等^[9]从豌豆、小麦和玉米的根际土壤中筛选出 3 株含 ACC 脱氨酶的假单胞菌,并检测它们对植物抗旱性的影响,结果表明这 3 株菌能增强植株的抗旱能力。Sheng 等^[10]从生长在重金属污染土壤中的油菜根中筛选出 2 株含 ACC 脱氨酶的内生细菌,结果发现它们能促进油菜根茎对铅离子的吸附和富集。李爱华等^[11]从杜仲皮中分离到 122 株内生菌,其中真菌 75 株和细菌 47 株,用 HPLC 法检测这些菌株发酵液中的松脂醇二葡萄糖苷(PDG),结果发现有 8 株真菌能产生 PDG。目前有关具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌分离鉴定及其抗菌活性研究国内外尚未见报道。本研究以湖南湘西杜仲为材料,采用富集筛选法从植物根中分离出含 ACC 脱氨酶的内生细菌,通过抑菌试验从中筛选出具有抑菌活性的菌株。

1 材料与方法

1.1 供试植物和菌株

实验所用杜仲根,于 2009 年 5 月从湖南省吉首大学校园采集,带回实验室后经表面冲洗、消毒等处理,马上进行内生菌的分离。大肠杆菌 CGMCC1.1103 株和枯草芽孢杆菌 CGMCC1.769 株均由本实验室保存。

1.2 主要试剂和培养基

ACC 购自上海瀚鸿化工科技有限公司, α -丁酮酸购自美国 Sigma 公司,PCR 试剂和 DNA marker 购自大连宝生物工程公司,按照 Penrose 和 Glick 的方法^[12]分别配制 PAF、DF、ADF 和 TSB 培养基。牛肉膏蛋白胨培养基用于指示菌大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的培养。

1.3 内生菌的分离及纯化

根切成 0.5 cm 的小片,无菌水冲洗 3 次,

Tween-20 处理 30 s, 8%次氯酸钠溶液消毒 5 min, 无菌水冲洗 3 次, 75%酒精浸泡 5 min, 无菌水洗涤 3 次, 用灭菌的组织匀浆器研磨组织块, 将组织匀浆接种于 50 mL 的 PAF 液体培养基, 28 °C 振荡培养 48 h, 取 1 mL 菌液接于新鲜的 50 mL DF 液体培养基培养 24 h, 取 1 mL 菌液接种于 50 mL 的 ADF 液体培养基培养 24 h, 用新鲜 ADF 液体培养基将菌液稀释至 10^{-5} 倍, 取 100 μ L 菌液接种于 ADF 固体培养基中, 28 °C 培养至出现菌落, 挑取单菌落接种于新鲜 ADF 固体培养基, 经反复转接得到纯化菌株。将纯化后的菌株接种于 10 mL TSB 液体培养基培养 24 h, -80 °C 保存。

1.4 内生细菌 ACC 脱氨酶活性的测定

1.4.1 标准曲线的绘制: 用 0.1 mol/L Tris-HCl (pH 8.5)缓冲液配制 100 mmol/L 的 α -丁酮酸保存液, 经梯度稀释配制终浓度 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0 μ mol/mL 的 α -丁酮酸溶液, 各取 200 μ L 加入 300 μ L 0.2%的 2,4-二硝基苯肼, 30 °C 孵育 30 min, 加 2 mL 的 2 mol/L NaOH 溶液显色苯胺, 540 nm 测定吸光度。以 α -丁酮酸的浓度(mmol/L)为横坐标, 以吸光率(A_{540})为纵坐标绘制标准曲线。

1.4.2 酶活力测定: 将-80 °C 保存的菌株接种于 15 mL 的 TSB 液体培养基培养 24 h, 8 000 r/min 离心 10 min 收集菌体, 用 5 mL DF 培养基洗涤菌体后悬浮于 7.5 mL ADF 培养液中, 28 °C 培养 24 h, 使细菌诱导产生 ACC 脱氨酶。参照 Honma 和 Shimomura 的方法^[13]测定 ACC 脱氨酶的活性, 将诱导产生 ACC 脱氨酶的菌液 8 000 r/min 离心 10 min 收集菌体, 用 1 mL 的 0.1 mol/L Tris-HCl (pH 7.6)缓冲液洗涤, 用 600 μ L 的 0.1 mol/L Tris-HCl (pH 8.5)缓冲液制备菌悬液, 加 30 μ L 甲苯提取细胞液, 取 200 μ L 的细胞提取液与 20 μ L 的 0.5 mol/L ACC 溶液混合, 30 °C 孵育 15 min, 加 300 μ L 0.2%的 2,4-二硝基苯肼, 30 °C 孵育 30 min, 加 2 mL 的 2 mol/L NaOH 溶液显色苯胺, 测 540 nm 吸光率。以牛血清蛋白为标准, 采用 Bradford 法测定细胞提取液中的总蛋白质含量。将每分钟形成 1 μ mol α -丁酮酸的量定义为 1 个酶活力单位。

1.5 杜仲内生细菌的鉴定

1.5.1 生理生化鉴定: 参照《常见细菌系统鉴定手册》^[14]对具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌进行鉴定。

1.5.2 16S rRNA 基因扩增和序列分析: 菌株在 TSB 培养基中 28 °C 培养至对数期, 以 12 000 r/min 离心 5 min 收集菌体, 用改良的 CTAB 法制备细菌基因组 DNA。采用通用引物 F8 (5'-AGAGTTTGATCC TGGCTCAG-3') 和 R1492 (5'-GGTTACCTTGTTA CGACTT-3')从细菌基因组 DNA 中 PCR 扩增出 16S rRNA 序列, PCR 产物送上海生工生物工程有限公司进行测序。通过 BLAST 软件对测定 16S rRNA 基因序列进行同源性比较, 选取相似性较高的序列, 利用 MEGA 4.1 软件构建系统发育树。

1.6 内生菌抑菌活性的检测

指示菌株的培养: 将枯草芽孢杆菌和大肠杆菌接种于 5 mL 的牛肉膏蛋白胨液体培养基, 37 °C 培养 18 h, 用新鲜培养液将菌液稀释为 2.2×10^5 CFU/mL 后, 取 100 μ L 菌液接种于牛肉膏蛋白胨固体培养基上。抑菌活性测定: 将具有 ACC 脱氨酶活性菌株接种于 100 mL 的 TSB 液体培养基中, 28 °C 培养 24 h, 发酵液 9 000 r/min 离心 15 min, 取上清液, 过滤除菌, 用旋转蒸发仪将 90 mL 发酵液浓缩至 1 mL。将滤纸片放在涂有指示菌的牛肉膏蛋白胨固体培养基上, 点入 15 μ L 发酵液在纸片上, 28 °C 培养 48 d, 观察并测量抑菌圈的直径。

2 结果

2.1 杜仲内生细菌及 ACC 脱氨酶活性

采用表面消毒法, 以 ACC 为唯一氮源, 从杜仲根中筛选出 5 株含 ACC 脱氨酶的内生细菌, 并检测它们的 ACC 脱氨酶活力。结果显示菌株 JDM-2、JDM-8、JDM-11、JDM-14、JDM-19 的酶活力分别为 0.468、0.235、0.070、0.166、0.107 U/mg, 其中 JDM-2 菌株的酶活力最高。

2.2 杜仲内生细菌形态特征和生理生化特征

鉴定结果表明, 5 株具有 ACC 脱氨酶活性的杜

仲内生细菌都具有能产生接触酶和氧化酶、葡萄糖发酵阳性、能使用柠檬酸盐、硝酸盐还原阳性和不产生 H₂S 等特征的杆状革兰氏阴性细菌(表 1)。根据这些菌株的其余生理生化特征, 将菌株 JDM-8 和 JDM-14 鉴定为克雷伯氏菌属(*Klebsiella*)菌株, 菌株 JDM-11 和 JDM-19 鉴定为肠杆菌属(*Enterobacter*)菌株, 菌株 JDM-2 鉴定为假单胞菌属(*Pseudomonas*)菌株。

2.3 杜仲内生细菌 16S rRNA 基因的序列分析

通过 PCR 从 5 株 ACC 脱氨酶活性菌株基因组 DNA 中扩增出大小约为 1.4 kb 的单一 DNA 条带, 并对 PCR 产物进行 DNA 测序。BLAST 对比结果显示, 这 5 株 ACC 脱氨酶活性菌株 16S rRNA 序列与在 GenBank 数据库中已报道相关菌株 16S rRNA 序列的相似性都在 97% 以上(表 2)。

16S rRNA 序列的系统发育分析结果(图 1)显示:

JDM-2 与 *Pseudomonas koreensis* Ps9-14 菌株聚在一起, 相似性为 99%; JDM-8 与 *Klebsiella pneumoniae* ATCC11296 菌株聚在一起, 相似性为 99%; JDM-14 与 *Klebsiella variicola* F2R9 菌株聚在一起, 相似性为 99%; JDM-11 与 *Enterobacter ludwigii* EN-119 菌株聚在一起, 相似性为 98%; JDM-19 与肠杆菌属同一进化分支, 与 *Enterobacter asburiae* JCM6051 菌株的相似性为 97%。进一步结合生理生化试验结果, 将菌株 JDM-2、JDM-8、JDM-11、JDM-14 和 JDM-19 分别鉴定为 *Pseudomonas koreensis*、*Klebsiella pneumoniae*、*Enterobacter ludwigii*、*Klebsiella variicola* 和 *Enterobacter asburiae*。

2.4 杜仲内生细菌的抑菌活性

抑菌试验结果(图 2)显示: 菌株 JDM-2 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑菌圈直径分别为 12 mm 和 16 mm, 菌株 JDM-8 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌

表 1 具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌的形态和生理生化特征
Table 1 Phenotypic characters of ACC deaminase-containing endophytic bacteria from *Eucommia ulmoides* Oliver

Characteristics	Bacteria isolates				
	JDM-8	JDM-2	JDM-14	JDM-19	JDM-11
Morphology	Rods	Rods	Rods	Rods	Rods
Gram stain	-	-	-	-	-
Oxidase reaction	+	+	+	+	+
Catalase reaction	+	+	+	+	+
Glucose fermentation	+	+	+	+	+
V.P test	+	+	-	+	+
M.R test	-	-	+	-	-
Cellulose decomposing	+	-	-	+	-
Use of citrate	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	-	-	-	-	-
Tween 20	-	-	-	-	-
Tween 40	+	-	+	+	+
Tween 60	-	-	+	+	-
Tween 80	-	-	-	-	-
Hydrolysis of casein	-	-	+	-	+
Nitrate reduction	+	+	+	+	+
Nitrite reduction	-	+	-	-	-
Nitratlon reaction	-	-	+	-	+
H ₂ S formation	-	-	-	-	-

表 2 具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌的 16S rRNA 序列相似性

Strains	GenBank accession No.	16S rRNA sequences of reference strains (Accession No.)	No. of bases	Similarity (%)
JDM-2	GQ368179	<i>Pseudomonas koreensis</i> Ps9-14 (AF468452)	1 455	99
JDM-8	JF690978	<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC11296 (Y17654)	1 452	99
JDM-11	JF690979	<i>Enterobacter ludwigii</i> EN-119 (AJ853891)	1 513	98
JDM-14	JF690980	<i>Klebsiella variicola</i> F2R9 (AJ783916)	1 412	99
JDM-19	JF690981	<i>Enterobacter asburiae</i> JCM6051 (AB004744)	1 422	97

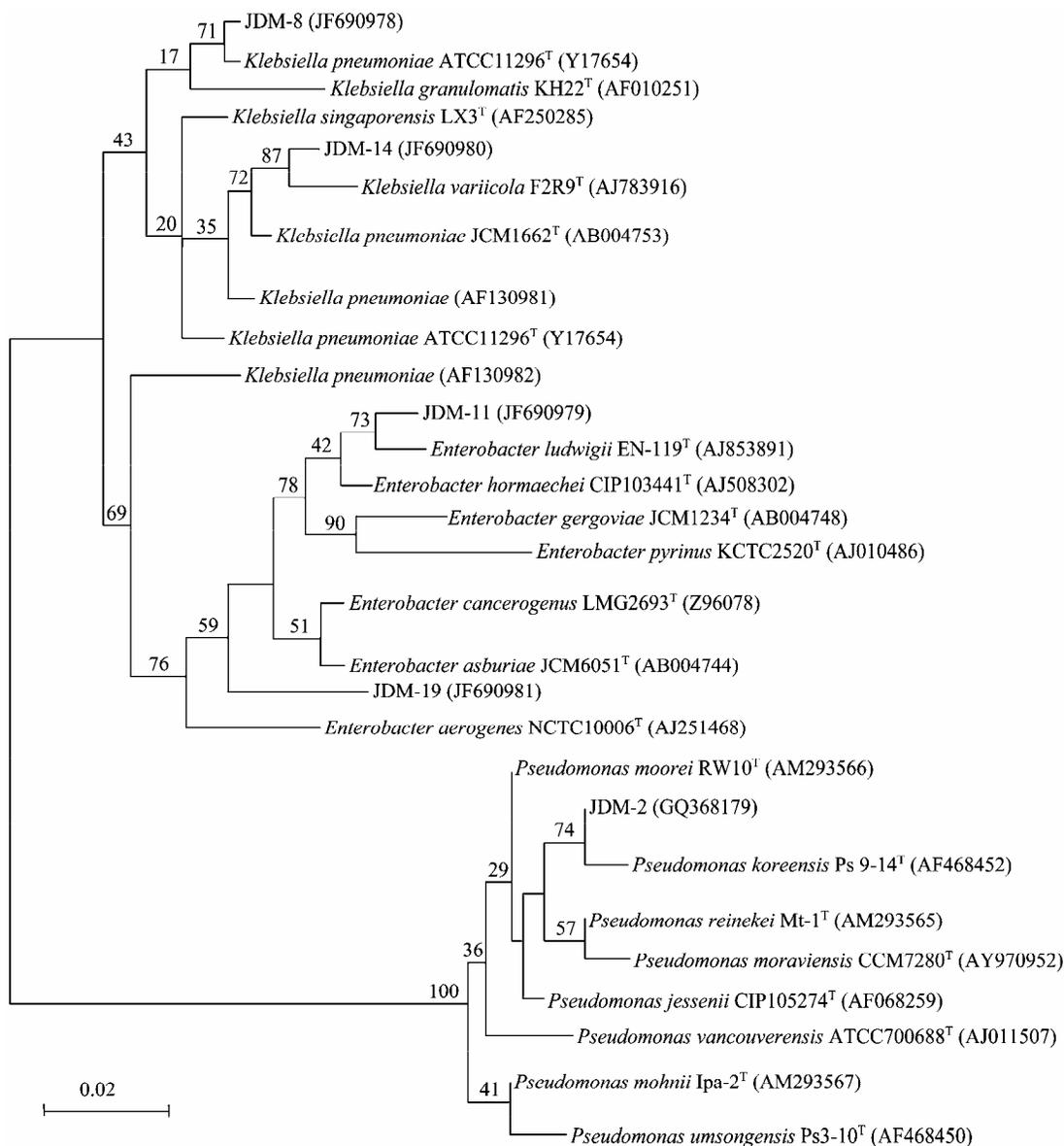


图 1 具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌 16S rRNA 序列系统发育树

Fig. 1 Phylogenetic trees of ACC deaminase-producing endophytic bacteria based on their 16S rRNA sequences

Note: The numbers at the nodes indicate the bootstrap values based on neighbor-joining analyses of 1 000 is resample date sets. After each bacterial name, the GenBank accession number is shown in parentheses. Bar: 0.02 substitutions per nucleotide.

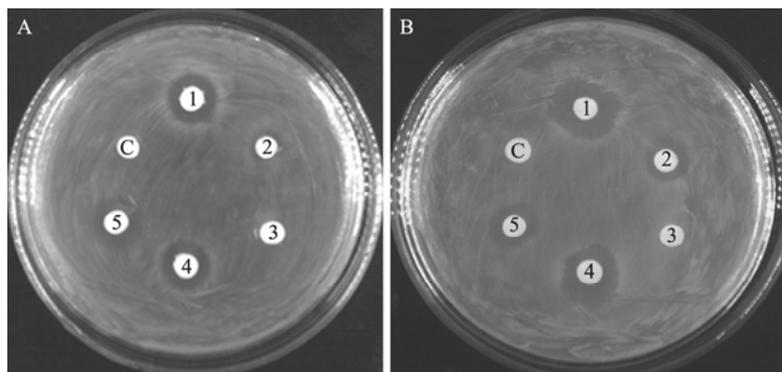


图 2 杜仲内生细菌对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑菌作用

Fig. 2 Antimicrobial activity of endophytic bacteria isolated from *Eucommia ulmoides* Oliver

Note: A: *Escherichia coli* CGMCC 1.1103; B: *Bacillus subtilis* CGMCC 1.769. 1: JDM-2; 2: JDM-8; 3: JDM-11; 4: JDM-14; 5: JDM-19; C: Sterile water.

的抑菌圈直径分别为 8 mm 和 10 mm, 菌株 JDM-14 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑菌圈直径分别为 12 mm 和 15 mm, 菌株 JDM-19 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑菌圈直径分别为 14 mm 和 11 mm, 而菌株 JDM-11 没有抑菌活性。

3 讨论

李爱华等^[11]采用表面消毒法从杜仲皮中分离到 75 株内生真菌和 47 株内生细菌, 用 HPLC 法检测这些菌株发酵液中的松脂醇二葡萄糖苷(PDG), 结果发现有 8 株真菌能产生 PDG, 但他们对这 47 株内生细菌没有进行鉴定。本文采用表面消毒法从杜仲根中分离出能利用 ACC 为唯一氮源的 5 株杜仲内生细菌, 根据形态特征、生理生化和 16S rRNA 序列对菌株进行鉴定, 结果将菌株 JDM-2、JDM-8、JDM-11、JDM-14 和 JDM-19 分别鉴定为 *Pseudomonas koreensis*、肺炎克雷伯氏菌(*Klebsiella pneumoniae*)、路德维希肠杆菌(*Enterobacter ludwigii*)、变栖克雷伯氏菌(*Klebsiella variicola*) 和阿氏肠杆菌(*Enterobacter asburiae*)。

国内外研究表明, 含 ACC 脱氨酶的植物根际和内生细菌在提高植物抗旱、涝、盐和重金属等压力胁迫中起到了重要作用^[6-10]。本文按照 Honma 和 Shimomura 的方法^[13]检测上述 5 株杜仲内生细菌的 ACC 脱氨酶活性, 结果显示它们均具有较高的 ACC

脱氨酶活力, 其中 *Pseudomonas koreensis* JDM-2 的酶活力最高, 其酶活力相当于来自污染土壤并对油菜具有促生作用的栖稻假单胞菌 Ep4^[10], 而接近碱蓬植物内生栖稻假单胞菌 LP11^[15], 表明 JDM-2 是一株有较高研究价值的菌株。

采用纸片扩散法检测 5 株 ACC 脱氨酶活性菌株的抑菌作用, 结果显示菌株 JDM-2、JDM-14 和 JDM-19 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌有较强的抑菌作用, 但同样 ACC 脱氨酶活性较高的菌株 JDM-8 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌显示较弱的抑菌作用, 而 ACC 脱氨酶活性较弱的菌株 JDM-11 却没有显示抑菌作用。滕松山等^[15]采用研磨法从碱蓬植株的根、茎、叶中分离到 4 株产 ACC 脱氨酶和铁载体的内生细菌, 并用异步培养法测定菌种对病原真菌的拮抗作用, 结果显示在 4 株碱蓬内生细菌中只有 1 株假单胞菌 SS12 对病原真菌有较强的拮抗作用。Crowly 等^[16]的研究结果表明植物根际细菌的生防机制之一是通过产生嗜铁素与病原微生物夺取铁离子, 从而抑制病原微生物的生长繁殖。从上述研究结果可以推测植物内生细菌可能通过不同作用机制来实现对植物的促生作用和对病原微生物的抑菌作用。

总之, 5 株具有 ACC 脱氨酶活性的杜仲内生细菌对宿主及其它农作物幼苗生长的促生作用还需进一步通过盆栽试验证实, 它们对植物及其它农作物病原微生物的抑菌活性也是我们下一步要开展的工作。

参 考 文 献

- [1] 黄武光, 曾庆卓, 潘正兴, 等. 杜仲叶冲剂主要药效学及急性毒性研究[J]. 贵州医药, 2000, 24(6): 325-326.
- [2] 戚向阳, 陈维军, 张声华. 杜仲中活性成分的分布及其累积动态变化规律的研究[J]. 中草药, 2003, 34(12): 1129-1133.
- [3] Sturz AV, Nowak J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops[J]. Applied Soil Ecology, 2000, 15(2): 183-190.
- [4] Strobel GA. Rainforest endophytes and bioactive products[J]. Critical Reviews in Biotechnology, 2002, 22(4): 315-333.
- [5] Stierle A, Strobel G, Stierle D. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of Pacific yew[J]. Science, 1993, 260(5105): 214-216.
- [6] Glick BR, Penrose DM, Li JP. A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria[J]. Journal of Theoretical Biology, 1998, 190(1): 63-68.
- [7] Holguin G, Glick BR. Expression of the ACC deaminase gene from *Enterobacter cloacae* UW4 in *Azospirillum brasilense*[J]. Microbial Ecology, 2001, 41(3): 281-288.
- [8] 吉云秀, 黄晓东. 植物促生菌对燕麦初生苗盐分胁迫下的促生效应[J]. 大连海事大学学报, 2007, 33(3): 86-89.
- [9] Zahir ZA, Munir A, Asghar HN, et al. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC deaminase for growth promotion of peas (*Pisum sativum*) under drought conditions[J]. Journal of Microbiology and Biotechnology, 2008, 18(5): 958-963.
- [10] Sheng XF, Xia JJ, Jiang CY, et al. Characterization of heavy metal-resistant endophytic bacteria from rape (*Brassica napus*) roots and their potential in promoting the growth and lead accumulation of rape[J]. Environmental Pollution, 2008, 156(3): 1164-1170.
- [11] 李爱华, 樊明涛, 师俊玲. 杜仲内生菌的分离及产 PDG 菌株的筛选[J]. 西北植物学报, 2007, 27(3): 616-619.
- [12] Penrose DM, Glick BR. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria[J]. Physiologia Plantarum, 2003, 118(1): 10-15.
- [13] Honma M, Shimomura T. Metabolism of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid[J]. Agricultural and Biology Chemistry, 1978, 42(10): 1825-1831.
- [14] 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.
- [15] 滕松山, 刘艳萍, 赵蕾. 具 ACC 脱氨酶活性的碱蓬内生细菌的分离、鉴定及其生物学特性[J]. 微生物学报, 2010, 50(11): 1503-1509.
- [16] Crowley DE, Wang YC, Reid CPP, et al. Mechanisms of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants[J]. Plant and Soil, 1991, 130(1/2): 179-198.

编辑部公告

《微生物学通报》英文刊名变更

《微生物学通报》之前使用的英文刊名“Microbiology”因在国际上有重名,造成了本刊在被国内外作者引用以及国外数据库收录时英文刊名的混乱,这大大影响了本刊在国际上的传播,也不利于对我刊引用数据的统计。经本届编委会讨论,以及主办单位批准,本刊英文刊名自 2010 年起变更为“Microbiology China”,请各位作者、读者和数据库引用时注意使用。