文章编号: 1674-7054(2018)04-0433-07

50株诺丽内生真菌抑菌活性的比较及其菌株鉴定

胡征波, 吴友根, 易天凤, 于靖, 杨东梅, 张军锋

(海南大学热带农林学院, 海口 570228)

摘要: 对获得的50株诺丽内生真菌进行了初步鉴定,发现36株分属于9目11科11属,其中,曲霉属17株,为优势种群。以稻瘟病菌、辣椒疫霉、西瓜枯萎病菌为指示菌,评价了各菌株的抑菌活性。结果表明:19株内生真菌至少对2种指示真菌有抑制效果,其中,菌株J7和M35的抑菌作用最强。进一步以金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、沙门氏菌、枯草芽孢杆菌为指示菌,采用纸片扩散法评价了各内生菌次生代谢产物的抑菌作用,其中,18株内生真菌的乙酸乙酯萃取物至少对1种指示菌有抑制作用,菌株M2、M33、M50、M53对4种细菌均有抑菌效果。

关键词: 诺丽; 内生真菌; 抑菌活性

中图分类号: R 949.32 文献标志码: A DOI: 10.15886/j.cnki.rdsxb.2018.04.011

诺丽(*Morinda citrifolia* Linn.)原产于南太平洋群岛,在我国主要分布于海南岛、台湾岛、西沙群岛和西双版纳等地^[1]。作为传统的药用植物,诺丽的根、皮、果和叶对癌症、高血压、肺结核、肝中毒及糖尿病等疾病有显著疗效,在波利尼西亚已经有2000多年的药用历史^[2-4]。刘霏莎等^[5]研究表明,诺丽果发酵液与诺丽种子水蒸馏提取物对大肠埃希菌、铜绿假单胞菌、金黄色葡萄球菌、变形链球菌均有较好的抑制效果。龚敏等^[6]也发现,诺丽鲜果提取物与诺丽发酵汁对大肠杆菌均有一定的抑制,且诺丽发酵汁的乙酸乙酯和正丁醇萃取物对金黄色葡萄球菌、普通变形杆菌、枯草芽孢杆菌、大肠杆菌均有明显的抑制效果。内生真菌是其生活史全部或者部分生活在植物体内,且不引起植物明显病害的真菌^[7]。由于内生真菌长期生活在植物体内,致使内生真菌与它的寄主植物可能会有一些信息与物质交流,这可能导致内生真菌能产生一些与寄主植物相同或类似的具有生物活性的代谢产物^[8-9]。现已从植物内生菌中,尤其是药用植物内生真菌中分离出多种具有生物活性的天然产物,如紫杉醇^[10]、喜树碱^[11]、长春新碱^[12]、鬼臼毒素^[13]等。诺丽发酵果汁的功效与诺丽内生菌发酵作用有关。因此,笔者对50株诺丽内生真菌抑菌活性进行了研究,并对其进行了初步鉴定。

1 材料与方法

1.1 试验菌株 本试验菌株是从诺丽植株中分离得到的50株内生真菌。指示细菌:金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、大肠杆菌(*Escherichia coli*)、沙门氏菌(*Salmonella spp.*)和枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)。指示真菌:稻瘟病菌(*Pyricularia oryzae*)、辣椒疫霉(*Phytophthora capsici*)和西瓜枯萎病菌(*Fusarium oxysporum*)购自中国农业微生物菌种保藏管理中心。

1.2 试剂 氨苄青霉素和硫酸卡那霉素购自北京索莱宝 Solarbio 科技有限公司。乙酸乙酯、无水乙醇、

收稿日期: 2018-08-22

修回日期: 2018-09-12

基金项目: 海南省中药现代化专项(2015ZY15)

作者简介: 胡征波(1993-)男,海南大学热带农林学院2016级硕士研究生. E-mail: 1340254374@qq.com

通信作者: 吴友根(1975-)男,博士,教授,博导.研究方向: 南药植物资源开发与利用. E-mail: wygeng2003@

163.com

甲醇等均为国产分析纯。马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)固体培养基、马铃薯葡萄糖肉汤(PDB)液体培养基、营养琼脂(NA)固体培养基购自北京索莱宝 Solarbio 科技有限公司。

1.3 内生真菌的鉴定 内生真菌用点植法接种于培养基,无菌的盖玻片 45° 插入菌落边缘,待菌丝附着于盖玻片上后取出自然风干30 min,棉蓝染色剂制成玻片,在光学显微镜下观察菌丝和孢子。根据真菌鉴定手册初步鉴定内生真菌的分类学地位^[14]。

1.4 五点平板对峙法 参考张冬静^[15]的方法初步筛选出的有抑菌活性的诺丽内生真菌。

1.5 两点平板对峙法 选取初步筛选具有抑菌活性的诺丽内生真菌和病原真菌转接到 25°C 恒温培养箱中培养7 d。灭过菌的打孔器(蓝枪头)分别在内生真菌和病原菌菌落边缘切取圆形菌饼,置于同一个PDA平板培养基中,内生真菌和病原菌的菌丝块处在同一直线的两点,相距4 cm。对照组同时在另一个空白平板的相同位置,只接种病原菌作为空白对照,且处理和对照均设3个重复。于 25°C 培养箱中恒温培养7 d。每天观察处理组和对照组病原菌菌落以及菌丝生长速度、菌落之间是否有抑菌带出现、菌落边缘菌丝是否有稀疏和萎缩畸形等现象发生。处理组指示菌菌落生长半径 R ,对照组指示菌生长半径 R_0 ,计算公式如下:

$$\text{生长抑制率} = \frac{R_0 - R}{R_0} \times 100\%。$$

1.6 菌悬液与含供试指示细菌平板的制备 将保存于试管中的指示细菌转接到平板上,置于 37°C 培养箱培养3 d。准备7个10 mL离心管(编号为1~7号),1号加5 mL双蒸水,2~6号加4.5 mL双蒸水。接种环刮取4~5次菌落于1号离心管中,振荡摇匀,吸取0.5 mL菌悬液于2号中振荡摇匀,吸取0.5 mL菌悬液于3号管中,重复上述步骤,直至7号管。从5,6,7号离心管中,各吸取0.1 mL菌悬液于不同的NA平板中涂匀,做3个复板。平板置于 37°C 恒温培养箱培养1 d,计数平板中菌落数,选取有50~100个菌落的平板作为基数,可以推算出1~7号管中的菌悬液浓度,即得到菌悬液浓度为 $10^6 \cdot \text{mL}^{-1}$ 的菌悬液。吸取菌悬液浓度为 $10^6 \cdot \text{mL}^{-1}$ 的菌悬液0.1 mL于NA平板上涂匀,即得含供试指示细菌平板。

1.7 内生真菌次生代谢产物提取与配制 500 mL锥形瓶装250 mL的PDB培养基, 121°C 高压灭菌20 min,每个锥形瓶接种8个菌饼,于 25°C , $160 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 摇床培养7 d。发酵液在抽真空的状态下过滤,得菌丝与菌液。菌液用等体积乙酸乙酯萃取3次,得菌液乙酸乙酯萃取液,菌丝用2倍体积的乙酸乙酯超声提取30 min,过滤得滤液,合并萃取液和滤液,减压浓缩,水浴温度 45°C ,得到浸膏,分析天平定量分析,配成质量浓度为 $20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的甲醇溶液,于 4°C 冰箱中保存备用。

1.8 抑制病原细菌测试 加 $20 \mu\text{L}$ 内生真菌次生代谢产物甲醇溶液于滤纸片(直径6 mm)上,吹干置入含供试指示细菌的平板中,重复3次,空白对照组在直径6 mm滤纸片上加 $20 \mu\text{L}$ 纯甲醇,吹干放入含供试指示细菌平板中,重复3次,阳性对照用氨苄青霉素和硫酸卡那霉素,于 37°C 恒温培养箱中培养1 d,观测抑菌圈的大小。

2 结果与分析

2.1 菌株鉴定结果 通过观察各菌株的分生孢子、分生孢子梗、菌丝等显微结构,初步完成36个菌株的鉴定,其他14个菌株由于未产生分生孢子而未能进行鉴定。从表1可知,36个菌株分属于9目11科11属,其中,17株菌株为曲霉属(*Aspergillus*) 其为诺丽内生真菌种群绝对的优势菌种,相对频率为34.00%;蔷薇色酵母属5株(*Rhodotorula*) 相对频率为10.00%;麦角菌属(*Mycocleptodiscus*) 3株,相对频率为6.00%;其他属相对频率均小于5.00%。

表1 诺丽内生真菌的鉴定结果
Tab.1 Identifications of Noni endophytic fungi

目 Order	科 Family	属 Genus	数量 Number	菌株编号 Strain code	
				果 Fruit	叶 Leaf
Botryosphaerales	Phyllostictaceae	<i>Phyllosticta</i> 叶点霉属	1		M48
Capnodiales	Capnodiaceae	<i>Leptoxyphium</i>	2	M3	M50
	Cladosporiaceae	<i>Cladosporium</i> 枝孢属	2	M18 ,M49	
	Aureobasidiaceae	<i>Aureobasidium</i> 金担子菌属	1	J24	
Eurotiales	Aspergillaceae	<i>Aspergillus</i> 曲霉属	17	M1 ,M2 ,M4 ,M8 ,M11 ,M12 ,M15 , M16 ,M27 ,M29 ,M33 ,M34 ,M35 , M37 ,M38 ,M40 ,M42	
Diaporthales	Diaporthaceae	<i>Diaporthe</i> 间座壳属	1	M53	
Hypocreales	Nectriaceae	<i>Fusarium</i> 镰刀菌属	2	M51	M52
Magnaporthales	Magnaporthaceae	<i>Mycocleptodiscus</i> 麦角菌属	3	M6 ,M7	M39
Xylariales	Xylariaceae	<i>Hypoxylon</i> 炭团菌属	1	M44	
Sporidiobolales	Sporidiobolaceae	<i>Rhodotorula</i> 蔷薇色酵母属	5	J1 ,J13 ,J26 ,J32	J12
Tremellales	Cryptococcaceae	<i>Cryptococcus</i> 隐球菌属	1	J22	
未鉴定出 Unidentified			14	J4 ,J7 ,J8 ,J18 ,J19 ,J21 ,J17 ,J27 , M9 ,M31 ,M53	J20 ,M10 ,M28

注 “J”表示酵母,“M”表示霉菌

Note “J” means yeast “M” means mildew

2.2 抑制指示真菌的活性菌株筛选结果 用五点对峙法进行初步筛选 结果发现 19株菌株至少对稻瘟病菌、西瓜枯萎病菌与辣椒疫霉中的2种具有抑制作用(表2)。根据上述结果用两点对峙法对上述菌株进行复筛 结果发现 除了菌株M49对稻瘟病菌没有抑制效果外 其他菌株对病原真菌都有一定程度的抑制。其中 菌株J7和M35对3种病原真菌都有强烈的抑制。对稻瘟病菌强烈抑制的菌株有J7 ,J8 ,M2 ,M35 ,M37(>50%);对西瓜枯萎病菌强烈抑制的菌株有J7 ,J8 和M35(>50%);对辣椒疫霉强烈抑制的菌株有J7 ,M2 ,M12 ,M28 ,M29 ,M35 和M37(>50%)。曲霉属的内生真菌具有抑菌性的有6株 占具有抑菌性菌株的31.58% 且6株曲霉属内生真菌对3株病原真菌都有较好的抑制作用。

2.3 抑制指示细菌的活性菌株筛选结果 从表3可知 18株菌株至少对1株病原细菌具有抑制 占测试菌株的35.29%;9株菌株对2种病原细菌有抑制 占测试菌株的17.65%;菌株M2 ,M33 ,M50 ,M53对4种病原细菌都有抑制 其抑菌性具有广谱性。大肠杆菌最不敏感 对其有抑制的菌株的抑菌圈均小于10mm;金黄色葡萄球菌最敏感 对其有抑制的菌株的抑菌圈大于10mm的菌株有M28 ,M50 ,J4 ,J17;M2和M50对沙门氏菌的抑菌圈大于10mm;M34 ,M38 ,M48 ,M50对沙门氏菌的抑菌圈均大于10mm。曲霉属内生真菌有8株具有抑菌性 占具有抑菌性菌株的44.44% 其中 菌株M2和M33对4株病原细菌均有抑制。*Leptoxyphium*属菌株M50不仅抑菌效果好 且抑菌性具有广谱性。

表2 诺丽内生真菌对病原真菌的抑制效果
Tab.2 Inhibition of pathogenic fungi by Noni endophytic fungi

真菌类群 Fungal group	菌株编号 Strain code	抑制率 Inhibition rate/%		
		稻瘟病菌 <i>Pyricularia Oryzae</i>	西瓜枯萎病菌 <i>Fusarium oxysporum</i>	辣椒疫霉 <i>Phytophthora capsici</i>
<i>Aspergillus</i> 曲霉属	M2	57.8w-c	40.2w-f	64.2w-b
	M12	45.4w-fg	29.6w+h	56.3w-d
	M16	42.3w-g	44.9w+e	47.7w+e
	M29	47.7z-ef	37.2w-h	60.5w-c
	M35	52.2w-ed	55.9w+c	72.5w+a
	M37	50.8w+de	37.1w-h	64.8z+b
<i>Leptoxylum</i>	M50	9.3w+j	20.3w+i	21.6w+i
<i>Mycocleptodiscus</i> 麦角菌属	M6	10.3z+j	12.7w+j	12.5w+k
	M39	10.3z+j	9.5z+k	23.4z+hi
<i>Hypoxyton</i> 炭团菌属	M44	14.4w+i	9.8w+k	37.4w+f
<i>Cladosporium</i> 枝孢属	M18	48.3z-ef	41.6z-f	45.6z-e
	M49	- - -	5.2w+l	16.8z+j
未鉴定出 Unidentified	J7	67.8w+a	70.3w+a	56.9w+d
	J8	62.3w+b	58.9w+b	48.1w+e
	J18	23.5z+h	41.6w+f	33.4w+g
	J19	21.6w+h	19.8w+i	31.7w+g
	J21	21.7w+h	27.3w+h	26.4w+h
	M10	5.3z+k	18.6w+i	11.5w+k
	M28	42.7w-g	48.8w+d	64.3w+b

注 “- - -”表示无抑制,“w”表示病原菌菌丝萎缩,“z”表示菌丝正常生长,“+”表示有抑菌带,“-”表示没有抑菌带,不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 上差异显著

Note “- - -” means no inhibition, “w” means shrunk hyphae of pathogen, “z” means normal hyphal growth, “+” means inhibition zone, “-” means no inhibition zone. Different lowercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level

表3 诺丽内生真菌对病原细菌的抑制效果
Tab.3 Inhibition of pathogenic bacteria by Nonii endophytic fungi

真菌类群 Fungal group	菌株编号 Strain code	抑菌圈直径 Diameter of inhibition zone/mm			
		金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	沙门氏菌 <i>Salmonella spp.</i>	枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i>
<i>Aspergillus</i> 曲霉属	M2	9 f	9 b	11 c	10 e
	M11	-	-	-	7 h
	M15	8 g	-	-	-
	M16	-	-	8 f	-
	M27	-	8 c	8 f	-
	M33	9 f	8 c	10 d	8 g
	M34	-	7 d	-	12 c
	M38	7 h	8 c	-	13 b
<i>Leptoxylum</i>	M50	12 c	8 c	13 b	11 d
<i>Mycocleptodiscus</i> 麦角菌属	M6	-	8 c	9 e	7 h
	M39	8 g	-	-	-
<i>Phyllosticta</i> 叶点霉属	M48	-	7 d	-	18 a
<i>Cryptococcus</i> 隐球菌属	J22	8 g	-	-	-

续表3 Continued tab.3

真菌类群 Fungal group	菌株编号 Strain code	抑菌圈直径 Diameter of inhibition zone/mm			
		金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	大肠杆菌 <i>Escherichia coli</i>	沙门氏菌 <i>Salmonella spp.</i>	枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i>
未鉴定出 Unidentified	J4	11 d	—	10 d	—
	J17	12 c	—	8 f	—
	J20	—	—	—	8 g
	J27	10 e	—	—	—
	M9	—	—	—	8 g
	M10	—	—	8 f	—
	M28	14 a	—	8 f	—
	M31	—	—	7 g	8 g
	M53	8 g	7 d	7 g	9 f
空白对照 Blank control		—	—	—	—
阳性对照氨苄青霉素 Positive control Ampicillin		13 b	…	…	9 f
阳性对照硫酸卡那霉素 Positive control Kanamycin monosulfate		…	11 a	15 a	…

注 “—”表示无抑菌圈,“…”表示未进行该试验 样品实际给药 400 μg 阳性对照实际给药 1 μg 不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 上差异显著

Note “—” means no inhibition zone “…” means that the test was not performed; the sample was actually administered 400 μg , and the positive controls were actually administered 1 μg . Different lowercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level

3 讨论

诺丽内生真菌在果实中的分布明显高于叶部,这可能与其果实内营养成分较丰富有关。成熟诺丽果采摘后在自然条件下也极易在果实内部发酵,说明诺丽果含有丰富的内生真菌。本研究结果表明,诺丽果实和叶分离的内生真菌种类不同,枝孢属、金担子菌属、曲霉属、隐球菌属和间座壳属为果实特有属;叶点霉属和炭团菌属为叶部特有属。植物不同器官营养物质有差异,这可能导致某些内生真菌只能专一存在于植物某一器官^[16]。分离得到 17 株曲霉属内生真菌为绝对的优势菌株,占分离得到的内生真菌的 34.00%。有研究表明,从仙人掌^[17]、飞蓬^[18]、龙葵^[19]和广藿香^[20]等植物中分离到曲霉属内生真菌,均为该物种的优势内生真菌,说明曲霉属内生真菌在植物类群中分布较广泛,本研究结果也验证了这一观点。另外,笔者还从诺丽果实中分离得到 14 株酵母菌,李金霞等^[21]也从西沙诺丽果实中分离得到 14 株酵母菌,程池等^[22]从西沙诺丽种子中分离得到 39 株酵母菌。诺丽果实内生真菌曲霉属和酵母菌占绝对优势,其可能在诺丽发酵果汁功效上起了不可替代的作用。本研究结果表明,诺丽内生真菌具有抑菌活性。另外,有研究表明,诺丽发酵果汁有抑菌作用^[6],这可能与诺丽果实在发酵过程中内生真菌产生的抑菌物质有关。关于诺丽内生真菌在诺丽果汁发酵过程中的作用机理还有待进一步研究。

曲霉属是较易分离的内生真菌,张冬静^[15]从药用植物中分离得到 2 株曲霉属内生真菌对稻瘟病菌有拮抗作用,王莹等^[20]也从广藿香中分离 5 株曲霉属内生真菌对常见的植物病原真菌胶孢炭疽菌、荔枝霜疫霉、链格孢、柱枝双孢霉和新月弯孢霉均有拮抗作用,其中,对荔枝霜疫霉的抑制率均大于 55%。本研究中,有 6 株曲霉属内生真菌对 3 株病原真菌都有较好的抑制作用,占具有抑制病原真菌菌株的 31.58%,其中,菌株 M35 对辣椒疫霉的抑制率达到 72.5%。曲霉属的内生真菌对常见的病原细菌也有一定抑制作

用。周凤等^[23]从黄芪中分离得到1株曲霉属内生真菌,发酵得到化合物 cyclotryprostatins B 对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的最小抑菌质量浓度均为 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。何仁发等^[24]从木榄根际土壤分离到1株曲霉,其产生的 flavacol 对枯草芽孢杆菌的生长具有明显的抑制作用,最低抑菌质量浓度为 $32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。本试验中曲霉属的内生真菌具有抑制病原细菌的有8株,占具有抑菌性菌株的44.44%,其中,菌株M2和M33对4株病原细菌均有抑制。*Leptoxyphium* 菌株M50对测试的3株病原真菌均有抑制,而对测试的4株病原细菌抑制作用是所有测试内生真菌中效果最突出的。曲霉属菌株M2和*Leptoxyphium* 菌株M50抑菌作用显著,可作为后续研究。

参考文献:

- [1] 广东省植物研究所. 海南植物志(第三卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1974: 330 - 331.
- [2] 龚敏, 苏奎, 杨先会, 等. 诺丽鲜果与诺丽发酵汁化学成分研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(2): 341 - 342.
- [3] ASSI R A, DANWIS Y, ABDULBAQI I M, et al. *Morinda citrifolia*, (Noni): A comprehensive review on its industrial uses, pharmacological activities, and clinical trials [J]. Arabian Journal of Chemistry, 2017, 26(10): 691 - 707.
- [4] 晏永球, 童应鹏, 陆雨, 等. 诺丽的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中草药, 2017, 48(9): 1888 - 1905.
- [5] 刘霏莎, 洪启恩, 冯兴江, 等. 诺丽果、种子和叶提取物抑菌活性及复合植物抑菌液配方筛选[J]. 食品工业科技, 2017, 38(14): 171 - 173.
- [6] 龚敏, 苏奎, 邓世明. 诺丽鲜果与诺丽发酵汁的抗氧化及抑菌活性的对比研究[J]. 食品科技, 2010(10): 92 - 94.
- [7] CARROLL G. Fungal endophytes in stems and leaves: from latent pathogen to mutualistic symbiont [J]. Ecology, 1988, 69(1): 2 - 9.
- [8] STROBEL G, DAISY B. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products [J]. Microbiology & Molecular Biology Reviews, 2003, 67(4): 491 - 502.
- [9] GAMBOA M A, LAUREANO S, BAYMAN P. Measuring diversity of endophytic fungi in leaf fragments: does size matter? [J]. Mycopathologia, 2002, 156(1): 41 - 45.
- [10] 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.
- [11] 王玉美, 陈洪章. 产喜树碱内生真菌的筛选及鉴定[J]. 微生物学通报, 2011, 38(6): 884 - 888.
- [12] 杨显志, 张玲琪, 郭波, 等. 一株产长春新碱内生真菌的初步研究[J]. 中草药, 2004, 35(1): 79 - 81.
- [13] 杨显志, 郭仕平, 张玲琪, 等. 鬼臼类植物产鬼臼毒素内生真菌的筛选[J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(5): 419 - 422.
- [14] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- [15] 张冬静. 药用植物内生真菌的分离及其抑菌活性筛选[D]. 长春: 吉林大学, 2015.
- [16] 刘果, 马养民, 张弘弛. 三尖杉内生真菌分离鉴定及其抗菌活性研究[J]. 中国药学杂志, 2013, 48(3): 165 - 168.
- [17] 秦盛, 邢珂, 吴少华, 等. 3种仙人掌植物内生真菌抑菌活性的研究[J]. 中草药, 2006, 37(6): 917 - 921.
- [18] 倪佳俊, 周婷, 赖童飞, 等. 飞蓬草内生真菌的分离及抑菌活性研究[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版), 2017, 16(1): 57 - 63.
- [19] 毕江涛, 杨志伟, 黄盼盼, 等. 药用植物龙葵内生真菌分离及其抑菌活性初探[J]. 北方园艺, 2013(21): 161 - 165.
- [20] 王莹, 李浩华, 谭国慧, 等. 广藿香内生真菌类群分析及其抗菌活性研究[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(4): 657 - 662.
- [21] 程池, 李辉, 刘洋, 等. 西沙野生诺尼种子内生真菌的群落多样性[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(9): 7 - 10.
- [22] 李金霞, 曹艳花, 白飞荣, 等. 西沙野生诺尼果内生菌的分离与鉴定[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(3): 68 - 75.
- [23] 周凤, 张弘弛, 刘瑞, 等. 恒山黄芪内生真菌 *Aspergillus* ssp. 代谢产物的分离和生物活性的测定[J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(4): 125 - 129.
- [24] 何仁发, 李明月, 王娟, 等. 木榄根际土壤来源的曲霉属真菌 F5 及其抗菌活性代谢产物[J]. 菌物学报, 2010, 29(5): 732 - 738.

Identification and Comparison of Microbial Inhibition Activity of 50 Strains of Noni Endophytic Fungi

HU Zhengbo , WU Yougen , YI Tianfeng , YU Jing , YANG Dongmei , ZHANG Junfeng

(Institute of Tropical Agriculture and Forestry , Hainan University , Haikou , Hainan 570228 China)

Abstract: The 50 strains of Noni (*Morinda citrifolia* Linn) endophytic fungi obtained earlier were preliminarily identified , of which 36 strains were found to belong to 9 orders , 11 families and 11 genera , and 17 strains belonged to the genus *Aspergillus* , which were dominant in populations. The antifungal activity of each strain was evaluated with 3 indicator fungi , *Pyricularia oryzae* , *Phytophthora capsici* and *Fusarium oxysporum*. It was found that 19 strains of the endophytic fungi had inhibitory effects on at least two indicator fungi , of which strains J7 and M35 had the highest antifungal activity. Furthermore , *Staphylococcus aureus* , *Escherichia coli* , *Salmonella spp.* and *Bacillus subtilis* were used as indicator bacteria to evaluate the antibacterial activity of the secondary endophytic metabolites of each strain by using the disk diffusion method. Among the secondary endophytic metabolites the ethyl acetate extract of 18 endophytic fungi inhibited at least one indicator bacterium , and the strains M2 , M33 , M50 and M53 had antibacterial activities against the four indicator bacteria.

Keywords: *Morinda citrifolia* Linn. ; endophytic fungi; microbial inhibition activity

(责任编辑: 潘学峰)