

植物提取物对猕猴桃软腐病致病菌的抑制活性

吴文能¹, 曹森¹, 雷霖卿¹, 袁萍¹, 李江阔², 王加忠³, 王瑞¹

(1.贵阳学院 食品与制药工程学院, 贵阳 550003; 2.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津) 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384; 3.贵州中烟工业有限责任公司, 贵阳 550025)

摘要: **目的** 研究4种食药两用中草药对“贵长”猕猴桃软腐病主要致病菌的抑制活性。**方法** 以“贵长”猕猴桃为实验材料,对猕猴桃软腐病进行分离纯化鉴定,采用抑制菌丝生长速率法,并采用4种食药两用中草药粗提物对猕猴桃软腐病的抑制活性进行测试。**结果** 从“贵长”猕猴桃软腐病中分离鉴定出灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)。4种食药两用中草药粗提物在50 mg/mL时对4株致病菌都具有一定抑制活性,其中八角茴香对4株致病菌都具有较好的抑制活性。**结论** 采用菌丝生长抑制速率法,发现八角茴香对霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)等具有较好的抑制率。

关键词: 猕猴桃; 软腐病; 食药两用中草药; 抑菌活性

中图分类号: TS255.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)01-0037-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.01.006

Inhibition Activity of the Plant Extract against the Kiwifruit Soft Rot

WU Wen-neng¹, CAO Sen¹, LEI Ji-qing¹, YUAN Ping¹, LI Jiang-kuo², WANG Jia-zhong¹, WANG Rui¹

(1.School of Food and Pharmaceutical Engineering, Guiyang University, Guiyang 550003, China; 2.Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin 300384, China; 3.China Tobacco Guizhou Industrial Co., Ltd., Guiyang 550025)

ABSTRACT: The work aims to study the inhibitory activities of four Chinese edible and medicinal herbs against the main pathogenic bacteria of "Guichang" kiwifruit soft rot. The "Guichang" kiwifruit was used as the experimental material to isolate and purify the soft rot of kiwifruit. The inhibitory activity of crude extracts of four kinds of edible and medicinal herbs against kiwi soft rot was tested by inhibiting the growth rate of mycelium. *Botrytis cinerea*, *Phomopsis* sp., *Botryosphaeria dothidea*, and *Penicillium* sp. were isolated, purified and identified from "Guichang" kiwi soft rot. The four crude extracts of Chinese edible and medicinal herbs had certain inhibitory activities on the four pathogenic bacteria at 50 mg/mL, among which *Illicium verum* had good inhibitory activity against four pathogenic bacteria. Through mycelial growth inhibition rate method, *Illicium verum* has good inhibitory effect against *Botrytis cinerea*, *Phomopsis* sp., *Botryosphaeria dothidea*, and *Penicillium* sp.

收稿日期: 2019-11-03

基金项目: 贵州省普通高等学校科技拔尖人才支持计划(黔教合 KY 字[2016]091); 贵州省大学生创新创业训练计划(2018520840); 贵州中烟工业有限责任公司科技项目(GZZY/KJ/JS/2017CY011-1); 贵阳学院学术新苗计划(GYU-KJT[2019]09)

作者简介: 吴文能(1983—), 男, 博士, 贵阳学院副教授, 主要研究方向为农作物病虫害综合防治。

通信作者: 王瑞(1979—), 男, 博士, 贵阳学院教授, 主要研究方向为农产品采后贮藏与保鲜。

KEY WORDS: kiwifruit; soft rot; edible and medicinal herb; inhibitory effect

自20世纪90年代以来,我国猕猴桃产业经过几十年的发展,主要分布于陕西、四川、贵州等地,其中贵州猕猴桃种植面积逐年增加,到目前为止种植面积达3.5万 hm^2 。随着种植面积的增多,产量也大幅增加,猕猴桃贮藏量也越来越大。猕猴桃在贮藏期过程中的软腐病问题成为贵州猕猴桃迫切需要解决的技术难题^[1]。近年来,从猕猴桃软腐病中分离鉴定的主要致病菌为灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、链格孢菌(*Alternata alternata*)、小孢拟盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis microspora*)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)、青霉菌(*Penicillium* sp.)和小新壳梭孢(*Neofusicoccum parvum*)^[2-6]。由此可见,猕猴桃的贮藏期软腐病成为一个迫切需要解决的难题,解决和防治这一问题具有重要意义。

目前,应用较多的化学农药残留易对人体造成危害,而食药两用天然产物的提取成分对人体较安全,可以应用于食品保鲜。食药两用植物提取物在采后保鲜方面的应用越来越广泛。例如,曾志红^[7]报道了食药两用丁香提取物含量为3.125 mg/mL时,对水果采后病害枝孢霉菌的抑菌率能达到100%;丁仁惠^[8]报道了在丁香、肉桂和迷迭香的含量为3.0 mg/mL时,对柑橘果实的意大利青霉(*Penicillium italicum*)和指状青霉(*Penicillium digitatum*)的抑制率均为85%以上,具有较好的抑制活性;曾令达^[9]报道了丁香、细辛、黄柏、苦参和花椒的乙醇提取物对荔枝霜疫霉菌(*Peronophythora litchii*)的 EC_{50} 分别为0.30, 0.51, 0.58, 1.21, 1.48 mg/mL;张炜^[10]报道了甘草和肉桂提取液对李子采后褐腐病菌(*Monilinia fructicola*)的最小抑菌含量分别为7.81 mg/mL和15.63 mg/mL。由此可见,寻找安全无毒的食药两用植物源杀菌剂的开发应用成为目前研究的热点之一。研究结果表明,药食两用植物花椒、金银花、生姜和八角茴香对微生物具有一定的抑制活性^[11-13]。

文中以贵州修文县猕猴桃主产区的猕猴桃采后贮藏后软腐病病果为研究对象,对采后软腐病进行致病菌分离纯化鉴定,同时筛选出对分离菌株有较强抑制活性的食药两用中草药提取物,以期对猕猴桃贮藏期软腐病的防治提供理论依据。

1 实验

1.1 材料与试剂

实验用新鲜猕猴桃果实采摘于贵州修文县猕猴桃主产区,然后贮藏于贵阳学院冷库中。试剂:Trans2K DNA Marker,北京全式金生物技术有限公

司;DNA提取试剂盒,天根生化科技(北京)有限公司。花椒、金银花、生姜和八角茴香均购于中药药房,其他试剂均为分析纯。

1.2 仪器与设备

仪器和设备:YXQ-LS-50SII,压力蒸汽灭菌锅、SPX-250B-Z生化培养箱,上海博迅实业有限公司医疗设备厂;YXQ-LS-75G超净台,苏州净化设备有限公司;Microfuge20R离心机,美国贝克曼库尔特有限公司;梯度PCR仪BIO-RAD,深圳市宇德立生物科技有限公司;GelDoc XR+凝胶成像仪,成都百乐科技有限公司;Compact M电泳仪,深圳市宇德立生物科技有限公司;CX21生物显微镜南京江南永新光学有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 病原菌的分离纯化及猕猴桃软腐病病原菌接种实验

用刀将猕猴桃采后贮藏感染软腐病的组织块切下,将染病组织块放入体积分数为70%的酒精溶液中浸泡30s左右,快速放入无菌纸上,吸干酒精后,随后用无菌水洗涤3—4次,将染病组织块植入倒好的PDA培养基上,置于28℃恒温箱中培养2~3d。将不同形态的菌丝接种到PDA培养基上,分离纯化4—5次获得纯菌株,转移到试管中,置于4℃冰箱中保存。

选取无病虫害的猕猴桃果实,对猕猴桃果实进行刺伤接种实验^[14-16]。将健康猕猴桃果实浸入体积分数为70%酒精溶液中泡40~50s,取出后用无菌水洗涤2—3次,再放入无菌纸上,吸干无菌水后在果实中部打孔,并进行标记接种。取在PDA培养基上继代培养2代后的菌株进行实验,做刺伤接种处理。猕猴桃软腐病主要致病菌在PDA培养基上培养3~4d左右,用打孔器取4mm的菌体接种到果实上,每株菌分别接种到9个果实上,以接种无菌PDA培养基果实对空白对照。接种后置于28℃培养箱中诱导发病,观察并记录发病情况。发病后,从染病组织块中再次分离纯化病原菌,并与原接种菌株进行比较。

1.3.2 病原菌鉴定

观察猕猴桃软腐病分离纯化的主要致病菌在PDA上的菌落情况,用无菌针挑取少量菌丝,在光学显微镜进行镜检,观察菌落的形态特征。在猕猴桃软腐病病害真菌总DNA中提取25mg左右的菌落菌丝,并在研钵中迅速磨成粉状,参照试剂盒说明书提取基因组DNA,将DNA样品存放于-20℃下进行保存。

对通用真菌引物 ITS1：5'-TCC GTA GGT GAA CCT GCG G-3'和 ITS4：5'-TCC TCC GCA TAT TGA TAT GC-3'^[17]进行 PCR 扩增反应。20 μ L 的 PCR 扩增体系总体积包括：2*PCR Master Mix 10 μ L，10 μ mol/ μ L 引物 ITS1 和 ITS4 各 1 μ L，模板 DNA 1000 ng，ddH₂O 补足 20 μ L。PCR 扩增反应条件为：94 $^{\circ}$ C 变性 30 s、55 $^{\circ}$ C 复性 30 s、72 $^{\circ}$ C 延伸 10 min。在 PCR 扩增反应完成后，用扩增产物点样于质量分数为 1.0% 琼脂糖凝胶中点样孔，在凝胶成像分析系统中观察有无扩增后条带出现。

1.3.3 4 种食药两用植物乙醇提取物及抑菌活性测试

将精选花椒、金银花、生姜和八角茴香等原料切碎后，各取 10 g。分别以体积分数为 95% 乙醇为溶剂，加热回流提取 4 h，将提取液过滤，然后减压回收乙醇至无醇味，再用热水分散后放冷，水液浓缩，干燥成干浸膏^[7]。分别配制花椒、金银花、八角茴香和生姜提取液母液 500 mg/mL 备用。采用菌丝生长速率法^[18]将配制好的中草药提取液母液与 PDA 培养基混合均匀制成质量浓度为 50 mg/mL 含食药两用中草药的培养基，将其倒入 9 cm 培养皿中，以相同量的无菌水代替食药两用中草药母液作为对照^[19]，将已经培养好的猕猴桃软腐病致病菌，用打孔器取 4 mm 致病菌菌饼，放入培养基的中部，培养 3~4 d 后，采用十字交叉法测量培养基上猕猴桃软腐病菌落直径，按式 (1) 进行计算。

$$I = \frac{C-T}{C-0.4} \times 100\% \quad (1)$$

式中：C 为空白对照致病菌菌落直径；T 为食药两用中草药处理的致病菌菌落直径；I 为食药两用中草药处理的菌丝生长抑制率。

2 结果与分析

2.1 猕猴桃采后腐烂病原菌的分离及致病性测定

从采后贮藏腐烂病果中共分离 4 株菌，分别命名为 A1，A2，A3 和 A4，通过菌落形态和电子显微镜图对其病菌形态进行描述，将 4 株菌进行刺伤并接种到健康猕猴桃，对接种后发病的组织中的病原菌进行分离纯化鉴定，得到 4 株病菌培养后的菌落特征分别与 A1，A2，A3 和 A4 一致。

2.2 猕猴桃采后果实腐烂致病菌的形态学特征

对猕猴桃病果进行了病菌分离，分离出 4 株菌，分别命名为 A1、A2、A3、和 A4，其菌落和电子显微镜图见图 1。

1) A1。该菌株在 PDA 培养基上菌落呈圆形，菌落呈灰褐色，上层表面绒毛呈灰色，菌落呈放射状生长，且生长速度较快。

2) A2。该菌株在 PDA 培养基上菌落呈圆形，菌落呈白色，菌丝表面平整，呈粉状，菌丝边缘呈放射状生长，生长适中，并且较规则。

3) A3。该菌株在 PDA 培养基上菌落呈不规则图形，菌落为白色，表面不平整，凸起，呈粉针状，菌丝边缘生长不规则，且生长速度较快，随着培养时间的延长，菌丝颜色逐渐变黑。

4) A4。该菌株在 PDA 培养基上菌落呈不规则图形，呈青灰色，表面粉针状，凸起，菌丝生长速度适中，随着培养时间的延长，菌丝颜色逐渐加深。

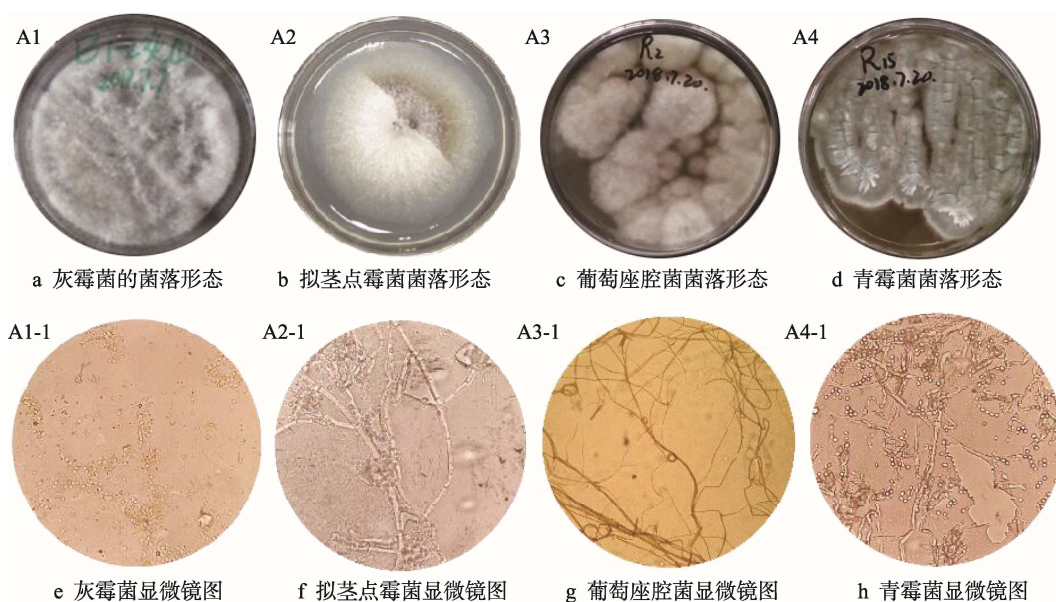


图 1 “贵长”猕猴桃采后贮藏软腐病形态

Fig.1 Pathogen morphology of the soft rot in postharvest storage of "Guichang" kiwifruit

2.3 病原菌 rDNA-ITS 测序

将分离纯化的 4 株猕猴桃采后贮藏软腐病原菌提取基因组 DNA 后, 稀释做成模板, 通过引物 ITS1 和 ITS4 进行 PCR 扩增反应, 得到病菌的 ITS1-5.8SrDNA-ITS4 片段, 通过琼脂糖凝胶电泳检测发现有明显条带。基因测序结果显示, 该 4 种病菌的 rDNA-ITS 序列长度范围为 500~750 碱基对。将 A1, A2, A3 和 A4 获得的基因序列分别与 GenBank 中已有序列进行比较和建树见图 2—5, 结

果发现, A1, A2, A3 和 A4 与灰霉菌(*Botrytis cinerea*, MF457480.1)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp., EF600961.1)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*, EU441944.1)和青霉菌(*Penicillium* sp., KT192310.1)具有较高的同源性, 相似性分别为 99%, 99%, 99% 和 99%。根据同对结果, 将上述分离纯化的 A1, A2, A3 和 A4 等病菌分别鉴定为灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)。

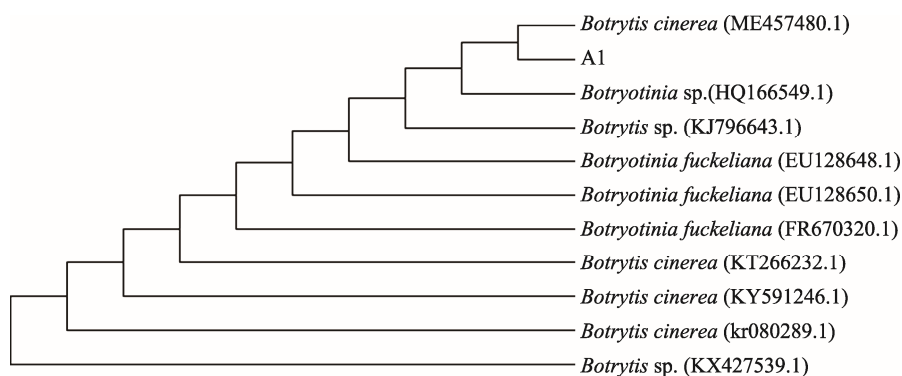


图 2 A1 真菌 ITS-rDNA 基因系列分析发育树

Fig.2 Phylogenetic tree of A1 mould based on ITS-rDNA sequence

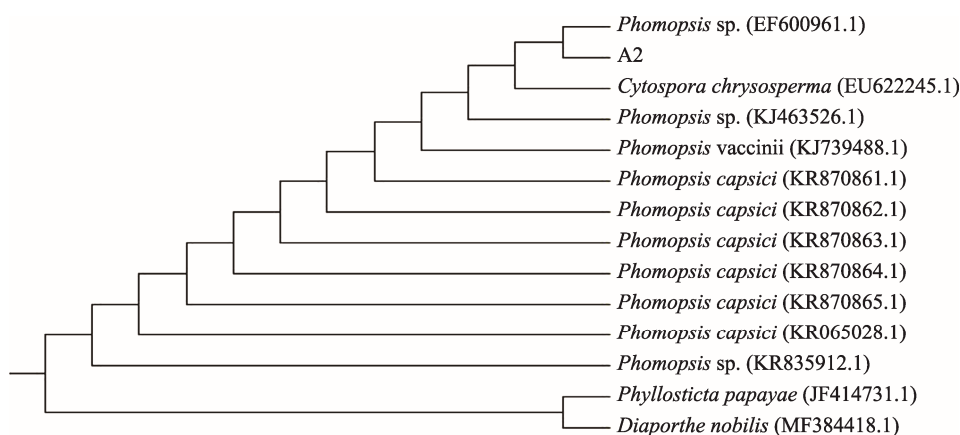


图 3 A2 真菌 ITS-rDNA 基因系列分析发育树

Fig.3 Phylogenetic tree of A2 mould based on ITS-rDNA sequence

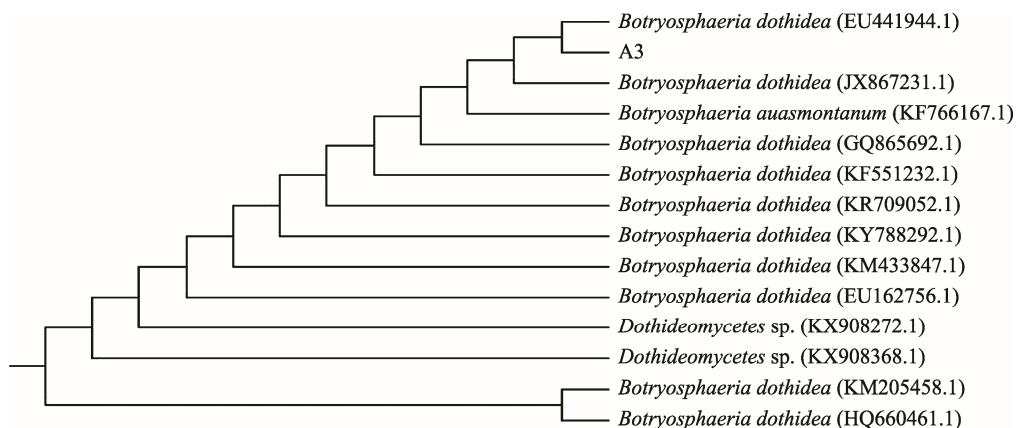


图 4 A3 真菌 ITS-rDNA 基因系列分析发育树

Fig.4 Phylogenetic tree of A3 mould based on ITS-rDNA sequence

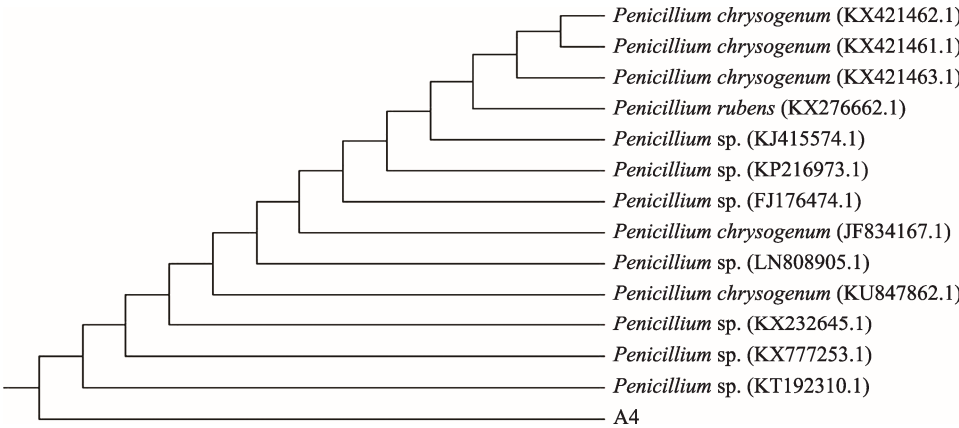


图 5 A4 真菌 ITS-rDNA 基因系列分析发育树
Fig.5 Phylogenetic tree of A4 mould based on ITS-rDNA sequence

2.4 病菌回接及再分离

依据柯赫氏法则，分别将猕猴桃果实中分离纯化得到的灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)，编号为 A1，A2，A3 和 A4，分别对 4 株病菌进行健康猕猴桃果实刺伤接种，置于 28 °C 培养箱中培养 3~4 d，以诱导其发病，其发病情况见图 6。从接种染病组织中分离的病原菌与自然发病组织中分离的病原菌的形态基本一致。在刺伤条件下，灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)等菌株都能使健康猕猴桃果实染病，其致病性与空白对照显示出很强的致病性，4 株病菌的致病性大致相当。对接种后侵染的病原菌，进行分离纯化后发现与原病菌形态一致。

2.5 4 种食药两用中草药提取物对 4 种致病菌的抑菌情况

通过生长抑制速率法，采用花椒、金银花、生姜和八角茴香等乙醇粗提物等 4 种提取物对猕猴桃软腐病主要致病菌灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌

(*Penicillium* sp.)进行初步活性筛选，结果见表 1。从结果发现，花椒、金银花、生姜和八角茴香乙醇粗提物对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)均具有一定的抑制作用，其中花椒对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)和青霉菌(*Penicillium* sp.)的抑制率分别为 72.6%，87.5% 和 76.9%；金银花对拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)的抑制活性为 66.3%；八角茴香对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)分别抑制率 85.4%，90.1%，70.6%，78.5%。由此可见，对猕猴桃软腐病主要致病菌均具有较好的抑制活性。

由表 1 可知，八角茴香对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)具有较好的抑菌活性。以商品药剂咪霉胺为对照药剂，对八角茴香进行了灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)的半最大效率浓度(EC₅₀)值测定，结果见表 2。由表 2 可知，八角茴香对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)的 EC₅₀ 值分别为 1.56 mg/mL 和 1.94 mg/mL，对猕猴桃软腐病主要致病菌灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)具有优良的抑制活性。

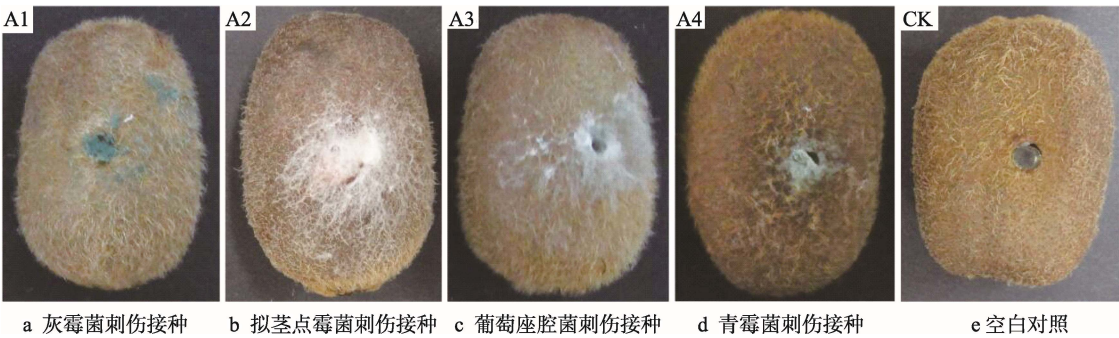


图 6 软腐病致病菌灰霉菌、拟茎点霉菌、葡萄座腔菌和青霉菌刺伤接种的发病情况
Fig.6 Wound inoculation of *Botrytis cinerea*, *Phomopsis* sp., *Botryosphaeria dothidea* and *Penicillium* sp. on "Guichang" kiwifruit due to soft rot diseases

表 1 4 种食药两用中药粗提物对猕猴桃软腐病的室内毒力测试结果

Tab.1 Determination of the indoor virulence of four Chinese edible and medicinal herb extracts for kiwifruit soft rot

食药两用中草药 提取物	抑制率/%			
	灰霉菌(<i>Botrytis cinerea</i>)	拟茎点霉菌(<i>Phomopsis</i> sp.)	葡萄座腔(<i>B. dothidea</i>)	青霉菌(<i>Penicillium</i> sp.)
花椒	72.6±1.5	87.5±2.3	40.4±2.5	76.9±2.0
金银花	27.5±1.7	66.3±1.9	34.8±1.0	40.8±2.4
生姜	26.4±2.1	32.8±1.3	18.5±1.3	25.7±1.8
八角茴香	85.4±0.9	90.1±1.6	70.6±1.9	78.5±1.7
咪霉胺	100±0.9	100±1.6	100±1.9	100±1.7

表 2 八角茴香对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)的 EC₅₀ 值Tab.2 EC₅₀ values of the *Illicium verum* against *Botrytis cinerea* and *Phomopsis* sp.

提取物	灰霉菌(<i>Botrytis cinerea</i>)			拟茎点霉菌(<i>Phomopsis</i> sp.)		
	毒力方程	负相关系数	50%最大效应的 浓度/(mg·mL ⁻¹)	毒力方程	负相关系数	50%最大效应的 浓度/(mg·mL ⁻¹)
八角茴香	$y = 1.67x + 3.54$	0.98	1.56±3.1	$y = 1.49x + 3.17$	0.99	1.94±1.7
咪霉胺	$y = 1.46x + 4.76$	0.99	0.061±1.7	$y = 2.18x + 8.25$	0.99	0.032±2.0

3 结语

对贵长猕猴桃采后贮藏软腐病进行了分离纯化鉴定,分别鉴定为灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)等 4 株病菌;通过柯赫氏法则,对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)进行反接,发现 4 株病菌均为猕猴桃软腐病的主要致病菌。研究了花椒、金银花、生姜和八角茴香粗提物对猕猴桃软腐病主要致病菌灰霉菌(*Botrytis cinerea*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)、葡萄座腔菌(*B. dothidea*)和青霉菌(*Penicillium* sp.)的抑菌活性,发现八角茴香对灰霉菌(*Botrytis cinerea*)和拟茎点霉菌(*Phomopsis* sp.)具有优良的抑制活性。由此可见,八角茴香乙醇粗提物对采后贮藏软腐病具有较好的抑制活性,可将用于猕猴桃采后贮藏保鲜的应用。

参考文献:

- [1] 王晶晶. 四川猕猴桃软腐病菌的鉴定、遗传多样性及侵染果实后的生理变化研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2013: 1—33.
WANG Jing-jing. Study about the Identification of Kiwifruit Soft Rot Bacteria in Sichuan, Genetic Diversity and the Physiological Changes after Infected[D]. Yaan: Sichuan Agricultural University, 2013: 1—33.
- [2] ZHOU Y, GONG G S, CUI Y L, et al. Identification of Botryosphaeriaceae Species Causing Kiwifruit Rot in Sichuan Province, China[J]. Plant Disease, 2015, 99(5): 699—708.

- [3] LI L, PAN H, LIU Y F, et al. First Report of Nigrospora Sphaerica Causing Kiwifruit Postharvest Rot Disease in China[J]. Plant Disease, 2018, 102(8): 1666.
- [4] PAN H, CHEN M Y, LI L, et al. First Report of Didymella Glomerata Causing Black Spot Disease of Kiwifruit in China[J]. Plant Disease, 2018, 102(12): 2654.
- [5] 李黎, 陈美艳, 张鹏, 等. 猕猴桃软腐病的病原菌鉴定[J]. 植物保护学报, 2016, 43(3): 527—528.
LI Li, CHEN Mei-yan, ZHANG Peng, et al. Identification of the Pathogen Causing Fruit Soft Rot on Kiwifruit[J]. Journal of Plant Protection, 2016, 44(3): 527—528.
- [6] 吴文能, 张起, 雷霁卿, 等. “贵长”猕猴桃软腐病病原菌分离鉴定及抑菌药剂筛选[J]. 北方园艺, 2018(16): 47—54.
WU Wen-neng, ZHANG Qi, LEI Ji-qing, et al. Identification and Pharmaceutical Screening of Kiwifruit Soft Rot Disease on Guichang Gooseberry[J]. Northern Horticulture, 2018(16): 47—54.
- [7] 曾志红, 陈玲苗, 黄秋蓉. 丁香提取物对枝孢霉菌的抑菌效果及抑菌机理[J]. 森林与环境学报, 2019, 39(1): 77—81.
ZENG Zhi-hong, CHEN Ling-miao, HUANG Qiu-rong. Study on the Antibacterial Effect of Clove Extract on *Cladosporium* and Its Mechanism[J]. Journal of Forest and Environment, 2019, 39(1): 77—81.
- [8] 丁仁惠, 何小娥, 王文龙, 等. 柑橘采后主要病害植物源杀菌剂的筛选及抑菌效果分析[J]. 河南农业科学, 2019, 48(2): 91—97.
DING Ren-hui, HE Xiao-e, WANG Wen-long, et al. Screening of Plant-derived Fungicides for Main Diseases of Postharvest Citrus and Analysis of Antifungal Effects[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2019, 48(2): 91—97.
- [9] 曾令达, 彭惠莲, 宋冠华, 等. 5 种植物乙醇提取物

- 及其复配物对荔枝霜疫霉菌的抑菌活性[J]. 南方农业学报, 2016, 47(8): 1332—1337.
- ZENG Ling-da, PENG Hui-lian, SONG Guan-hua, et al. Inhibitory Activities of Ethanol Extracts from 5 Species of Plants and Their Compounds Against *Peronophythora litchi* Chen[J]. Journal of Southern Agriculture, 2016, 47(8): 1332—1337.
- [10] 张炜, 吴正云, 罗力, 等. 药食两用植物提取液对李果实采后常见致腐真菌抑制作用[J]. 中国酿造, 2019, 38(3): 166—169.
- ZHANG Wei, WU Zheng-yun, LUO Li, et al. Inhibitory Effect of Medicinal and Edible Plant Extracts on Common Rot-causing Fungi in Postharvest Plums[J]. China Brewing, 2019, 38(3): 166—169.
- [11] 唐晓慧, 钟灵允, 汤涛, 等. 6种香料植物提取物对荞麦立枯病菌的抑制作用[J]. 江西农业大学学报, 2018(1): 89—95.
- TANG Xiao-hui, ZHONG Ling-yun, TANG Tao, et al. Inhibitory Effects of Six Kinds of Spice Plant Extracts on *Rhizoctonia Solani* in Buckwheat[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis(Natural Sciences Edition), 2018(1): 89—95.
- [12] 李黎, 孙晶. 多倍体金银花与二倍体金银花不同部位提取物的抑菌作用及绿原酸含量的比较研究[J]. 食品科技, 2012(8): 225—227.
- LI Li, SUN Jing. Comparative on Content of Chlorogenic Acid and Bacteriostasis of Extracts from Different Parts of Polyploid and Diploid Honeysuckle[J]. Food Science and Technology, 2012(8): 225—227.
- [13] 赵瑞华, 张旭辉, 贺晓龙, 等. 几种植物提取液对海鲜菇及其竞争性霉菌的作用[J]. 贵州农业科学, 2019, 47(1): 65—69.
- ZHAO Rui-hua, ZHANG Xu-hui, HE Xiao-long, et al. Effects of Several Plant Extracts on *Hypsizygus Marmoreus* and Competitive Molds[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2019, 47(1): 65—69.
- [14] XIAO C L, ROGERS J D, KIM Y K, et al. *Phacidiopycnis Washingtonensis* a New Species Associated with Pome Fruits from Washington State[J]. Mycologia, 2005, 97(2): 464—473.
- [15] KIM Y K, XIAO C L. A Postharvest Fruit Rot in Apple Caused by *Phacidiopycnis Washingtonensis*[J]. Plant disease, 2006, 90(11): 1376—1381.
- [16] 高鹏, 南志兵, 吴永娜, 等. 罗布麻锈病原菌鉴定[J]. 植物保护学报, 2017, 44(1): 129—136.
- GAO Peng, NAN Zhi-bing, WU Yong-na, et al. Identification of the Pathogen Causing Rust Disease of Traditional Chinese Herb *Apocynum venetum*[J]. Journal of Plant Protection, 2017, 44(1): 129—136.
- [17] 张河庆, 席亚东, 陈玲, 等. 一种新的豇豆根腐病原菌鉴定及室内药剂筛选[J]. 植物保护, 2018, 44(2): 177—183.
- ZHANG He-qing, XI Ya-dong, CHEN Ling, et al. Identification of a New Pathogen for Cowpea Root Rot and Fungicide Screening[J]. Plant Protection, 2018, 44(2): 177—183.
- [18] 郭松, 陈义娟, 刘艺, 等. 8种植物提取物对小麦白粉病菌抑制活性研究[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(2): 13—18.
- GUO Song, CHEN Yi-juan, LIU Yi, et al. Inhibitory Activity of Extracts from 8 Plants Against Wheat Powdery Mildew[J]. China Plant Protection, 2016, 36(2): 13—18.
- [19] 陈小梅, 彭亚军, 汤佳乐, 等. 猕猴桃采后致病菌的分离及中草药提取物对其抑菌效果初探[J]. 湖南农业科学, 2015(5): 81—83.
- CHENG Xiao-mei, PENG Ya-jun, TANG Jia-le, et al. Pathogenic Bacteria Isolation of Postharvest Kiwi Fruit and the Inhibition Effect of Chinese Herb Extract on the Pathogen[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2015(5): 81—83.