

凉果中优势腐败霉菌的分离鉴定

倪泽平¹, 孙尧华¹, 宋贤良^{1,2*}

(1. 华南农业大学食品学院, 广东广州 510642) (2. 广东省食品质量安全重点实验室, 广东广州 510642)

摘要: 凉果加工与贮藏中霉菌污染直接影响凉果的品质。为明确凉果贮藏中优势腐败霉菌的种类, 该研究对在常温贮存 4 个月后的霉变的葡萄干、话梅、杏脯中腐败霉菌进行了分离纯化, 得到 7 种典型腐败霉菌。将分离出的腐败霉菌回接至无菌的葡萄干、话梅、杏脯表面, 进行回接感染实验, 通过凉果霉变时间确定出 4 株菌株为优势腐败霉菌。通过菌落形态特征、菌丝和分生孢子显微结构观察, 结合核糖体内转录间隔区 (rDNA-ITS) 序列分析, 构建系统发育, 鉴定优势霉菌种属。结果表明: 葡萄干的优势霉菌为芽枝状枝孢霉 (*Cladosporium velox*) 和暗黄青霉 (*Penicillium citreonigrum*), 话梅的优势腐败菌为细枝链格孢 (*Alternaria tenuissima*), 杏脯的优势腐败霉菌为菌核青霉 (*Penicillium sclerotiorum*)。该研究结果可为凉果腐败霉菌的分离鉴定提供可靠的方法, 也可为后续凉果杀菌方法的选择, 贮藏条件的优化提供依据。

关键词: 凉果; 优势霉菌; 分离纯化; rDNA-ITS; 鉴定

文章编号: 1673-9078(2022)06-90-95

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.6.0957

Isolation and Identification of Dominant Spoilage Molds from Preserves

NI Zeping¹, SUN Yaohua¹, SONG Xianliang^{1,2*}

(1. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

(2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Food Safety and Quality, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Mold contamination in the processing and storage of preserves directly affects the quality of preserves. In order to clarify the types of predominant spoilage molds in preserved preserves, this study isolated and purified spoilage molds in raisins, plums and apricots that were moldy after storage at room temperature for 4 months, and obtained 7 typical spoilage molds. The isolated spoilage molds were returned to the surface of raisins, plums and apricots for infection test verification. Four strains were identified as dominant spoilage molds based on the moldy time of preserves. Through the observation of the morphological characteristics of the colony, the microstructure of hyphae and conidium, combined with the sequence analysis of ribosomal transcribed spacer (rDNA its), the phylogeny was constructed and the dominant mold species were identified. The results showed that *Cladosporium velox* and *Penicillium citreonigrum* were the dominant molds in raisins, *Alternaria tenuissima* was the dominant spoilage molds of plum, and *Penicillium sclerotiorum* was the dominant spoilage molds of apricot. It provided a reliable method for the isolation and identification of spoilage mold in preserves, and laid a basis for the selection of subsequent sterilization methods and the optimization of storage conditions.

Key words: preserved fruits; dominant mold; isolation and purification; rDNA-ITS; identification

引文格式:

倪泽平, 孙尧华, 宋贤良. 凉果中优势腐败霉菌的分离鉴定[J]. 现代食品科技, 2022, 38(6): 90-95, +342

NI Zeping, SUN Yaohua, SONG Xianliang. Isolation and identification of dominant spoilage molds from preserves [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(6): 90-95, +342

凉果也称为蜜饯, 是我国传统特色的休闲食品, 其口感清爽、风味独特、保质期长, 广受消费者欢迎。凉果的传统加工方法是以青梅、杏、佛手等原料经盐

收稿日期: 2021-08-26

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目 (2020B0220225006)

作者简介: 倪泽平 (1996-), 女, 硕士, 研究方向: 食品加工与安全, E-mail: 15776580836@163.com

通讯作者: 宋贤良 (1969-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品安全与保鲜, E-mail: songxl12000@163.com

腌或糖渍、干燥、调味等工艺制成的干型和半干型制品, 制作工艺对生产设备要求较低, 多以传统手工方式为主^[1], 整个生产过程中卫生管理不严格或未设有微生物监测程序, 加之长时间渗糖易导致糖液发酵, 微生物超标。其次, 凉果浸糖不足, 含水量较高或后期贮藏温度高、潮湿、通风不良等也会导致细菌与霉菌超标^[2]。余元善等^[3]对广式凉果成品进行微生物种群调查, 发现 32 株芽孢杆菌属, 5 株霉菌, 包括曲霉属、毛霉属、青霉属。微生物及次级代谢产物污染不仅给

凉果生产加工企业和消费者带来巨大的经济损失,也会危害人体健康^[4]。因此防止凉果在生产、贮藏期间微生物污染是急需解决的问题。

目前有关凉果微生物污染分析及控制的研究已经开展。陈荷凤等^[5]调查了果脯蜜饯的细菌污染情况,结果发现芽孢杆菌污染占总污染菌的 92%。国家食品药品监督管理局抽检,检出奶油葡萄干的霉菌数超过国家标准的 239 倍^[6]。高慧等^[7]认为蜜饯生产贮藏中常见的腐败菌为灰葡萄孢菌和扩展青梅。刘小翠等^[8]对市售杏脯进行微生物指标测定,结果显示放线菌、酵母菌为主要超标菌。J.VARGA 等^[9]研究来源不同国家的葡萄干表面的霉菌污染情况,数据表明,葡萄干表面的黑曲霉和盛泡曲霉是其主要污染源,且污染量对食品安全造成了威胁。Martorell 等^[10]发现高糖食品中,最主要分离出的是接合酵母菌,此菌属耐受防腐剂、SO₂ 等,是造成蜜饯霉变的主要菌属。由于凉果的含糖量在 60%~70%,具有较高渗透压,且水分活度较低,所以一般的细菌不易存活,但部分芽孢杆菌与霉菌抵抗力强,耐渗透压,在凉果生产加工及贮藏过程中极易存在^[11]。当前对凉果成品中的腐败霉菌鉴定研究较少,且未对凉果在常温贮藏条件下的优势腐败霉菌进行深入探究。对凉果贮藏中存在优势腐败霉菌进行分离鉴定,是为实现凉果杀菌与安全贮藏的关键步骤。

因此本文以葡萄干、话梅、杏脯为实验对象,对其在常温贮藏四个月后滋生的腐败霉菌进行分离与纯化,通过回接感染实验筛选出优势腐败霉菌,采用传统的形态学观察初步鉴定霉菌种类结合简单、高效的分子生物学方法 18S rDNA 和内转录间隔区 (Internal Transcribed Spacer, ITS) 序列分析技术,对优势霉菌的核糖体基因 ITS 区进行特异性 PCR 扩增,鉴定出优势霉菌,以期对凉果霉菌的分离纯化鉴定提供可靠的方法,也为选择后续杀菌方法、优化贮藏条件提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

葡萄干、话梅、杏脯均由广东康辉集团提供;马铃薯葡萄糖琼脂培养基 (Potato Dextrose, PDA)、孟加拉红培养基 (Rose Bengal Medium, RBM) 均购于广东环凯微生物科技有限公司;聚合酶链式反应 (Polymerase chain reaction, PCR) 引物由广州微生物研究所合成;真菌基因组 DNA 抽提试剂盒购于深圳子科生物科技有限公司;其余试剂均为分析纯。

1.1.2 主要仪器设备

G/36DWS 高压灭菌锅,致微仪器有限公司;LRH-250 生化培养箱,上海一恒科技仪器有限公司;MW-GZT-SZS2000C101 超净工作台,东莞市美维净化设备有限公司;SHA-BA 水浴恒温振荡器,常州澳华仪器有限公司;EM ACE600 真空镀膜仪,德国徕卡仪器有限公司;S1000-96 型梯度 PCR 仪,美国伯乐有限公司;Gel DOC XR+凝胶成像系统;DYY-8C 电泳仪,北京六一仪器厂;ST16R 台式冷冻离心机,美国赛默飞世尔科技公司;Axio Observer A1 倒置荧光显微镜,卡尔蔡司公司。

1.2 方法

1.2.1 葡萄干、话梅、杏脯贮藏期霉菌的分离纯化

常温储藏 4 个月的葡萄干、话梅、杏脯各 25 g,放入盛有 225 mL 生理盐水中,180 r/min 振荡 30 min,制成 10 倍系列稀释样品菌液。取 1 mL 稀释液于 90 mm 无菌培养皿,及时倒入冷却至 47 °C 的 PDA、RBM 15~20 mL 并与样品混合均匀,培养基凝固后,将平板翻转,置于 28 °C 恒温生化培养箱中培养 5~7 d,霉菌分离纯化实验平行重复三次。待菌落长出后,观察菌株形态,并用接种环挑取典型的霉菌接种到 PDA 中做有规则的划线,经过多次划线得到纯种单菌株。将纯种菌株接种于 PDA 斜面培养基上培养至长满斜面,4 °C 保存备用。

1.2.2 优势腐败霉菌的筛选

将分离出的菌株分别接种至 PDA 固体培养基中,28 °C 培养 7 d,用适量无菌水将孢子洗脱到装有玻璃珠的 250 mL 无菌锥形瓶中,震荡摇匀,调节孢子浓度为 10⁶~10⁷ CFU/mL。采用 10% NaClO 对葡萄干、话梅、杏脯消毒杀菌,晾干后备用^[12]。将无菌的葡萄干、话梅、杏脯分别浸泡不同的孢子悬浮液中 1 min,作为处理组,将喷洒无菌水的葡萄干、话梅、杏脯作为对照组。回接霉菌后的葡萄干、话梅、杏脯分别置于无菌密封袋中,室温保藏,观察表面发霉情况,将导致凉果腐败发霉速度最快的菌株确定为优势菌。

1.2.3 优势腐败霉菌的形态特征观察

将分离的纯种菌株,用无菌接种环挑取单个孢子或菌落,点植培养于 PDA 培养基,方式为点植于等边三角形三个顶点,倒置于 28 °C 恒温生化培养箱中培养 7 d,观察其形态,包括菌落大小、颜色、气味、边缘特征、菌丝生长状况等。

1.2.4 优势腐败霉菌的显微结构观察

采用载玻片观察法,在载玻片中央滴加一滴乳酸苯酚溶液,用接种环挑取菌落边缘的菌丝,平铺于载

玻片中, 盖上盖玻片, 避免气泡产生。先用低倍镜找到菌落位置, 在换成高倍镜观察霉菌分生孢子、分生孢子梗形态、横隔膜数量等。对照真菌鉴定手册^[13]、中国真菌志^[14]、GB 4789.16 常见产毒霉菌的形态学鉴定等资料, 对优势腐败霉菌进行初步鉴定。

1.2.5 rDNA-ITS 序列分析

1.2.5.1 DNA 提取

将所得优势腐败霉菌在 PDA 培养基培养 7 d 后, 按照真菌基因组 DNA 提取试剂盒说明书指导提取菌株 DNA。

1.2.5.2 PCR 扩增^[15]

利用真菌核糖体基因转录间隔区通用的引物, 上游引物为 ITS1: 5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3', 下游引物为 ITS4: 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'。PCR 反应条件为: 25 μ L 反应体系, 包括 9.5 μ L ddH₂O, 12.5 μ L 2 \times Taq DNA 聚合酶, 1 μ L 引物 ITS1, 1 μ L 引物 ITS4, 1 μ L DNA。PCR 扩增条件: 94 $^{\circ}$ C 预变性 5 min, 94 $^{\circ}$ C 变性 1 min, 55 $^{\circ}$ C 退火 1 min, 72 $^{\circ}$ C 延伸 1 min, 30~35 个循环, 最后 72 $^{\circ}$ C 延伸 10 min, 4 $^{\circ}$ C 保温。

PCR 产物用 1% 琼脂糖凝胶在 90 V 条件下电泳 1 h, 电泳缓冲液为 1 \times TAE, 用溴化已锭 (Ethidium Bromide, EB) 染色, 用 UV 凝胶成像仪观察。用凝胶回收试剂盒纯化回收 PCR 产物, 送至广州微生物研究所测序。

测序结果在 NCBI 中 GenBank 数据库 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) 中进行 BLAST (Basic Local Alignment) 序列相似性对比, 基于 ITS 序列邻接法 (Neighbor-joining), 选取同源性较高菌株的 ITS 序列, 用 MEGA 6.06 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version) 软件构建发育树, 确定菌株的种属类别。

2 结果与讨论

2.1 葡萄干、话梅、杏脯储藏中腐败霉菌的分离

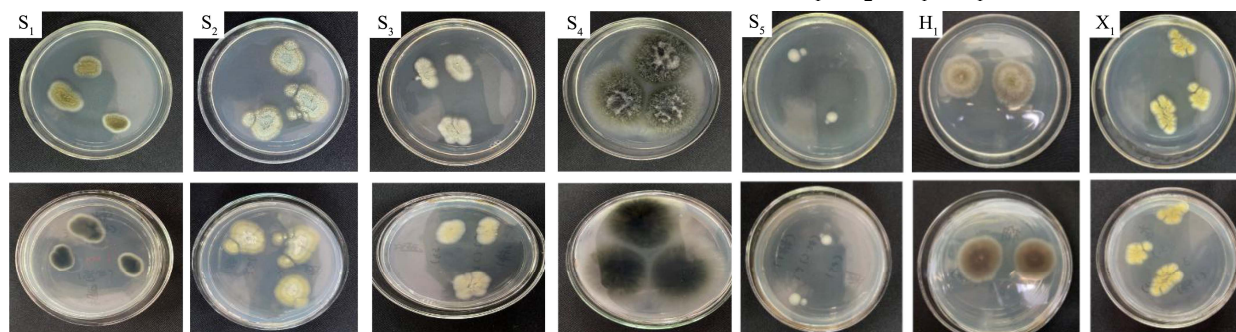


图1 葡萄干、话梅、杏脯常温储藏中腐败霉菌的分离纯化

Fig.1 Isolation and purification of spoilage molds in raisins, prunes and preserved apricots stored at room temperature

注: 第一排为正面, 第二排为背面。

葡萄干、话梅、杏脯常温储藏 4 个月后, 对其腐败霉菌进行 2~3 次分离纯化, 共分离出 17 株菌株。从葡萄干中分离出 5 种霉菌 14 株, 分别命名为 S₁~S₅, 其中 S₁ 分离出 7 株, S₂ 分离出 3 株, S₃ 分离出 1 株, S₄ 分离出 1 株, S₅ 分离出 1 株; 从话梅中分离出 1 种霉菌 2 株, 命名 H₁; 从杏脯中分离出 1 株霉菌, 命名为 X₁。由图 1 可知, 霉菌 S₁ 在 PDA 中呈灰绿色, 蔓延式生长, 菌丝绒毛状, 凸起, 有白色菌丝外圈, 无渗透液, 反面接近黑色; 霉菌 S₂ 菌落中心为青色, 粉末状, 外围为灰色菌丝, 质地紧密, 有霉味, 菌落中心反面为白色, 外围呈黄色。霉菌 S₃ 菌落呈乳白色, 绒毛状, 蔓延式生长, 整体平坦, 菌落反面呈淡黄色。霉菌 S₄ 菌落中心有致密的绒毛状菌丝, 毡状或绒毛状, 凸起, 外围为黑色菌丝且较为粗糙, 生长迅速, 菌落反面呈黑色。霉菌 S₅ 菌落中心呈白色, 绒状, 整体较为平坦, 反面颜色不变, 生长较为缓慢。霉菌 H₁ 在 PDA 中菌落中心呈灰褐色, 外围为灰色菌丝, 致密的绒状, 凸起, 生长迅速, 菌落背面的颜色加深, 霉菌 X₁ 菌落呈柠檬黄色, 蔓延式生长, 绒毛状或絮状, 整体向上凸起, 外围为白色菌丝圈, 菌落背面颜色不变。

2.2 优势腐败霉菌的筛选

从已经发生霉变的凉果中分离出的 7 种菌, 制成 10⁶~10⁷ CFU/mL 孢子悬浮液, 分别回接至无菌的葡萄干、话梅、杏脯中。回接 S₃、S₄、S₅ 的凉果虽然有异味, 但表面无明显霉变现象。而霉菌 S₁、S₂、X₁、H₁ 在回接 18~20 d 内, 便导致凉果霉变: 葡萄干与对照组相比表面出现了黄色霉斑, 并伴随一股酸臭味; 话梅表面颜色加深, 局部返砂, 出现深褐色霉斑, 霉斑附近有白色菌丝, 与常温贮藏 4 个月的话梅霉变现象相同; 杏脯发生了明显褐变, 并有亮黄色的霉斑。由于比凉果常温贮藏 4 个月和回接霉菌 S₃、S₄、S₅ 发生变质的时间大大缩短了, 因此把导致凉果腐败发霉速度最快的霉菌 S₁、S₂、X₁、H₁ 确定为优势菌。

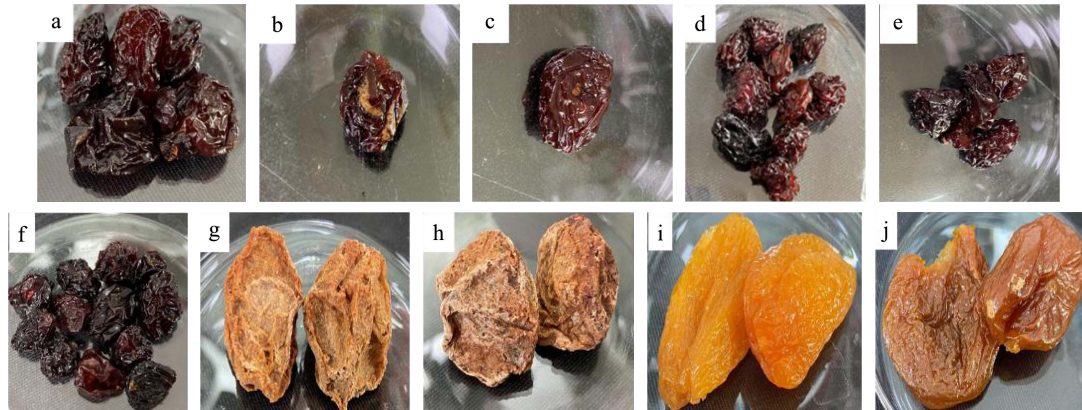


图2 霉菌回接侵染实验结果

Fig.2 The results of the molds back infestation test

注: a、g、i: 对照组(无菌水喷洒); b-f: 回接 S₁₋₅; h: 回接 H₁; j: 回接 X₁。

2.3 优势腐败霉菌的显微结构

霉菌 S₁、S₂、H₁、X₁ 的显微镜下的形态如图 3。S₁ 的分生孢子呈圆形或椭圆，分生孢子梗直立单生或簇生，少有分支，无分隔。S₂ 分生孢子呈球形壁光滑，分生孢子梗顶端帚状，有一串孢子。H₁ 菌丝多有分隔，分生孢子呈椭圆或卵形，具有明显的喙或尖端有明显的凸起，孢子有横、纵或斜的真隔膜，表面光滑，分生孢子梗短粗，多分生或簇生。X₁ 的分生孢子梗有指状分支，似帚状，有隔膜，小梗顶部的分生孢子头呈椭圆或圆状。

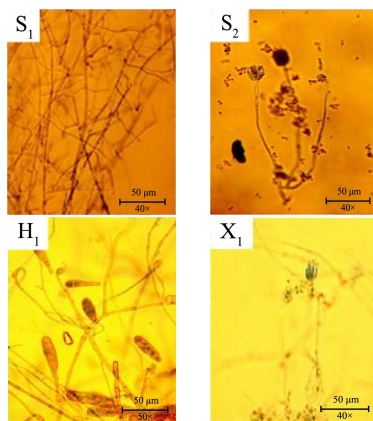


图3 菌株 S₁、S₂、H₁、X₁ 在显微镜下的形态

Fig.3 The morphology of strains S₁, S₂, H₁ and X₁ under microscope

2.4 优势腐败霉菌的 rDNA-ITS 序列分析

选择真菌通用引物 ITS/ITS4 对 4 株优势霉菌的 rDNA-ITS 进行特异性扩增，PCR 产物经 1%琼脂糖凝胶电泳检测，结果如图 4，其中泳道 M: DNA 标准分子量为 DL1000，霉菌 S₁、S₂、H₁、X₁ 的 ITS 序列分别为 462、439、478、492 bp。将优势霉菌的 PCR 扩增序列在 NCBI 中 Genbank 中已知的菌株进行相似性对比，选取同源性较高的菌株，将其 ITS 全序列用 MEGA 6.06

软件构建系统发育树。

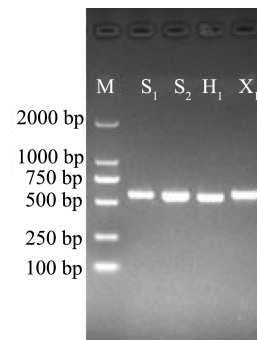


图4 优势霉菌的 PCR 产物电泳图

Fig.4 Electrophoresis of PCR products of dominant molds

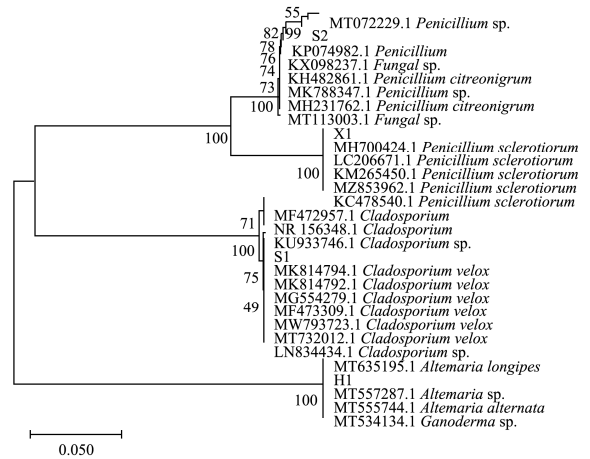


图5 霉菌 S₁、S₂、H₁、X₁ 的系统发育树

Fig.5 Phylogenetic tree of molds S₁, S₂, H₁, X₁

图 5 表明霉菌 S₁ 与芽枝状枝孢霉 (Cladosporium velox) ITS 序列在同一分支，表明他们的亲缘关系相近，同源性为 100%，结合对霉菌 S₁ 的形态特征观察、ITS 序列的相似性及系统发育树结果，鉴定霉菌 S₁ 为芽枝状枝孢霉。霉菌 S₂ 与柠檬黄青霉 (Penicillium citreosulfuratum)、暗黄青霉 (Penicillium citreonigrum)、毒青霉 (Penicillium toxicarium) 等亲缘关系相近，同源性均达 99.77%，结合对霉菌 S₂ 的形态特征观察、ITS 序列的相似性及系统发

育树结果, 鉴定霉菌 S_2 为暗黄青霉。霉菌 H_1 与六出花链格孢 (*Alternaria alstroemeriae*)、巴恩斯链格孢 (*Alternaria burnsii*)、细极链格孢 (*Alternaria tenuissima*) 等亲缘关系相近, 同源性均达 100%, 结合对霉菌 H_1 的形态特征观察、ITS 序列的相似性及系统发育树结果, 鉴定霉菌 H_1 为细极链格孢。霉菌 X_1 与菌核青霉 (*Penicillium sclerotiorum*) 亲缘关系相近, 同源性均达 100%, 结合对霉菌 X_1 的形态特征观察、ITS 序列的相似性及系统发育树结果, 鉴定霉菌 X_1 为菌核青霉。

凉果在贮藏与销售过程中, 因操作不规范、卫生状况不达标等原因, 极易导致凉果霉变。霉菌污染不仅降低产品品质, 而且产生的毒素及次级代谢物还会危害人体健康。对凉果常温贮藏中的优势霉菌进行分离鉴定, 是针对性选择后续杀菌保鲜工艺及参数的重要基础。目前优势霉菌的筛选方法不统一。李维蛟等^[16]从三七中药材分离出的霉菌数量占优势的菌株视为优势菌。郑云华^[17]将在整个茶渥堆发酵过程中一直存在的青霉与曲霉作为优势菌。岳晓禹等^[18]以肉眼可见占生长优势的霉菌作为玉米贮藏过程中优势霉菌。牛佳佳等^[19]将分离纯化后的霉菌回接, 验证霉菌致腐能力, 以确定腐败霉菌。本实验也采用回接浸染试验, 将分离纯化后的 5 株霉菌回接葡萄干表面、1 株霉菌回接话梅表面、1 株霉菌回接杏脯表面, 通过凉果霉变时间长短来分别确定葡萄干、话梅、杏脯中的优势腐败霉菌, 极大提高实验结果的可靠性。传统的霉菌鉴定主要依据霉菌在培养基的形态、显微镜下的结构与生理生化指标鉴别。生理生化不仅操作繁琐, 而且不能对霉菌进行精准的鉴定^[20,21]。本实验在传统的形态观察和显微结构的基础上, 结合简单高效的 rDNA-ITS 序列分析法, 提高霉菌鉴定的可靠性^[22,23]。

青霉属、曲霉属、链格孢属均属于常见的食品腐败霉菌。Gündüz 等^[24]、Cetinkaya 等^[25]经研究发现葡萄干表面优势霉菌主要为曲霉属、贝氏菌属、散囊菌属和青霉属, 杏脯的霉菌主要为曲霉、链格孢、青霉。刘彬^[26]、陈存坤等^[27]、吴思雅等^[28]、袁乙平^[29]从葡萄干中主要分离出了曲霉及其赭曲霉毒素, 从杏脯、话梅的原料即采后的杏和青梅中发现, 青霉属和链格孢属同样是优势腐败霉菌。本实验从葡萄干、话梅、杏脯致腐霉菌中分离出了枝孢属霉菌、链格孢霉菌、青霉菌, 研究结果与其他研究者的结论存在差异, 推测可能是地域、加工条件等影响。

3 结论

对葡萄干、话梅、杏脯在常温贮藏过程中生长的霉菌进行分离纯化, 通过传统的培养基中真菌形态特征、

显微镜观察结合 PCR 扩增测序分子生物学法对引起葡萄干、话梅、杏脯腐败变质的优势霉菌鉴定, 确定葡萄干的优势霉菌为芽枝状枝孢霉和暗黄青霉, 话梅的优势腐败菌为细极链格孢, 杏脯的优势腐败霉菌为菌核青霉, 为今后防止凉果在生产加工及销售贮藏中腐败变质, 选择适宜的杀菌保鲜方式提供了参考依据。

参考文献

- [1] 唐贤华.我国蜜饯加工研究现状与展望[J].现代食品,2020,9: 78-79
TANG Xianhua. Research status and prospect of preserved fruit processing in China [J]. Modern Food, 2020, 9: 78-79
- [2] 杨帅,刘华丽,成斌,等.果脯蜜饯制品加工中常见的质量问题及控制[J].食品安全导刊,2015,6:26-27
YANG Shuai, LIU Huali, CHENG Cheng, et al. Common quality and control in preserved fruit processing [J]. Food Safety Guide, 2015, 6: 26-27
- [3] 余元善,张友胜,肖更生,等.广式凉果成品中的微生物种群调查[J].广东农业科学,2008,2:68-70
YU Yuanshan, ZHANG Yousheng, XIAO Gengsheng, et al. Investigation of microbial population in the finished products of Guangdong style preserved fruit [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2008, 2: 68-70
- [4] Lorenzo J M, Munekata P E, Dominguez R, et al. Chapter 3 - Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability: General Aspects and Overall Description [M]. Academic Press, 2018: 53-107
- [5] 陈荷凤,杨松,张佩华,等.果脯蜜饯的细菌污染状况及污染菌相调查[J].中国卫生检验杂志,2000,1:81-82
CHEN Hefeng, YANG Song, ZHANG Peihua, et al. Investigation on bacterial contamination and contamination microflora of preserved fruits [J]. Chinese Journal of Health Inspection, 2000, 1: 81-82
- [6] 曹雁平,元晓梅.蜜饯食品多个指标不合格该如何认识[N].中国食品安全报,2016-05-10
CAO Yanping, YUAN Xiaomei. How to recognize that many indexes of preserved food are unqualified [N]. China Food Safety News, 2016-05-10
- [7] 高慧,蒋晶,孙亚芳,等.姜黄素副产品在果脯蜜饯生产中的防腐抑菌效果[J].食品与发酵工业,2016,42(6):112-116
GAO Hui, JIANG Jing, SUN Yafang, et al. Antiseptic and bacteriostatic effects of curcumin by-products in preserved fruit production [J]. Food and Fermentation Industry, 2016, 42(6): 112-116
- [8] 刘小翠,李慧.市售杏脯的质量与安全性评价[J].食品科技,

- 2013,38(11):314-316
LIU Xiaocui, Li Hui. Quality and safety evaluation of commercial preserved apricot [J]. Food Science and Technology, 2013, 38(11): 314-316
- [9] Varga J, Kocsubé S, Suri K, et al. Fumonisin contamination and fumonisin producing black *Aspergilli* in dried vine fruits of different origin [J]. International Journal of Food Microbiology, 2010, 143(3): 143-149
- [10] Martorell P, Fernández-Espinar M T, Querol A. Molecular monitoring of spoilage yeasts during the production of candied fruit nougats to determine food contamination sources [J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 101(3): 293-302
- [11] 刘丹,尹显锋,徐毅.川式蜜饯防霉有效措施探讨[J].食品安全导刊, 2019,3:136-157
LIU Dan, YIN Xianfeng, XU Yi. Discussion on the effective measures for mold prevention of Sichuan style preserved fruits [J]. Food Safety Guide, 2019, 3: 136-157
- [12] 张容鹤,邓浩,邢福能,等.槟榔干果贮藏中优势腐败霉菌的分离及鉴定[J].现代食品科技,2020,36(9):26-33
ZHANG Ronghu, DENG Hao, XING Funeng, et al. Isolation and identification of predominant decaying molds in the storage of betel nut [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(9): 26-33
- [13] 魏景超.真菌鉴定手册[M].上海:科学技术出版社,1979
WEI Jingchao, Manual of Fungal Identification [M]. Shanghai: Science and Technology Press, 1979
- [14] 张天宇.中国真菌志[M].北京:科学出版社,2003
ZHANG Tianyu. Mycology of China [M]. Beijing: Science Press, 2003
- [15] 孙婧.基于 PCR 技术对木腐真菌的快速鉴定及纤维素酶活力分析[D].哈尔滨:东北林业大学,2017
SUN Jing. Rapid identification of wood rot fungi and analysis of cellulase activity based on PCR [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2017
- [16] 李维蛟,任可,浦仕彪.栽培三七内生真菌优势种群分离鉴定[J].中国农学通报,2021,37(18):102-108
LI Weijiao, REN Ke, PU Shibiao. Isolation and identification of dominant populations of cultivated *Panax notoginseng* endophytic fungi [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2021, 37(18): 102-108
- [17] 郑云华.四川康砖茶渥堆过程中优势真菌的分离鉴定[J].安徽农业科学,2013,3:1261-1264
ZHENG Yunhua. Identification of fungal population in the pile fermentation process of Kangzhuang tea [J]. Anhui Agricultural Science, 2013, 3: 1261-1264
- Agricultural Science, 2013, 3: 1261-1264
- [18] 岳晓禹,徐军,张恒业,等.贮藏玉米中优势腐败霉菌 M13 的分离与鉴定[J].食品工业科技,2011,32(11):183-186
YUE Xiaoyu, XU Jun, ZHANG Hengye, et al. Isolation and identification of M13, the dominant spoilage mold in stored maize [J]. Science and Technology of Food Industry, 2011, 32(11): 183-186
- [19] 牛佳佳,左倩倩,梁慎,等.酥梨贮藏病害病原菌的分离鉴定及防治效果分析[J].保鲜与加工,2018,18(6):7-12
NIU Jiajia, ZUO Qianqian, LIANG Shen, et al. Isolation and identification of pathogenic bacteria responsible for storage diseases in shortening pear [J]. Preservation and Processing, 2018, 18(6): 7-12
- [20] 谢科,余晓峰,郑海松,等.传统分离培养结合 PCR-DGGE 技术分析广式腊肠中优势菌[J].食品科学,2013,34(4):157-160
XIE Ke, YU Xiaofen, ZHENG Haisong, et al. Traditional isolation and culture combined with PCR-DGGE analysis of dominant bacteria in Cantonese sausage [J]. Food Science, 2013, 34(4): 157-160
- [21] 白冬红.柿饼霉菌污染菌的分离鉴定及控制[D].泰安:山东农业大学,2017
BAI Donghong. Isolation, identification and control of persimmon mold contamination bacteria [D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2017
- [22] 朱洪庆,王盼盼,张萌,等.rDNA-ITS 序列分析法与传统分类法相结合在真菌鉴定中的应用[J].西华师范大学学报(自然科学版),2016,37(3):264-269
ZHU Hongqing, WANG Panpan, ZHANG Meng, et al. Application of rDNA its sequence analysis combined with traditional taxonomy in fungal identification [J]. Journal of West China Normal University (Natural Science Edition), 2016, 37(3): 264-269
- [23] 姜雨萌,牛永春,邓晖.rDNA ITS 序列在 ACCC 真菌鉴定中的应用[J].微生物学通报,2016,43(5):942-947
JIANG Yumeng, NIU Yongchun, DENG Hui. Application of rDNA its sequence in identification of ACCC fungi [J]. Bulletin of Microbiology, 2016, 43(5): 942-947
- [24] Gündüz G T, Korkmaz A. UV-C treatment for the inhibition of molds isolated from dried persimmons (*Diospyros kaki* L.) and modelling of UV-C inactivation kinetics [J]. LWT, 2019, 115: 108451
- [25] Cetinkaya N, Ozyardımcı B, Denli E, et al. Radiation processing as a post-harvest quarantine control for raisins, dried figs and dried apricots [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2006, 75(3): 424-431