

灵武长枣采后病原菌的分离及天然抗菌物质的筛选

甘 瑾¹,唐文林²,潘 禄²,马李一¹,李国明²

(1 中国林业科学研究院 资源昆虫研究所,云南 昆明 650224;2 宁夏灵武长枣研究所,宁夏 灵武 750400)

[摘 要] 以宁夏灵武所产灵武长枣为材料,分离并鉴定贮藏过程中引起腐烂病害的主要病原真菌,同时采用滤纸片扩散法,用22种植物提取液对病原菌进行抑菌试验,以筛选对病原菌有抑制作用的天然物质。结果表明,从贮藏中的灵武长枣上分离、鉴定出微孢毛霉(*Mucor microsporus* Namysl)、粉红聚端孢(*Trichoderma roseum* (Pers.) Link)、青霉属(*Penicillium* sp.)和链格孢(*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl)4种病原真菌。对微孢毛霉有抑制作用的提取液有25 g/L的连翘乙醇提取液、50 g/L的高良姜水提取液、50 g/L的大黄水提取液和100 g/L的桑叶水提取液;对粉红聚端孢有抑制作用的有12.5 g/L丁香乙醇提取液、50 g/L高良姜水提取液和100 g/L百部乙醇提取液;对青霉属有抑制作用的有6.25 g/L丁香乙醇提取液、25 g/L连翘乙醇提取液、50 g/L按叶乙醇提取液和100 g/L广霍香水提取液;对链格孢菌有抑制作用的有50 g/L连翘乙醇提取液和100 g/L黄连水提取液。

[关键词] 灵武长枣;采后病害;病原真菌;抑菌作用;天然植物提取液

[中图分类号] S436.629;S665.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)10-0081-06

Isolation of pathogenic fungi of post-harvest Lingwuchangzao and screen of antibiotics material

GAN Jin¹, TANG Wen-Ling², PAN Lu², MA Li-Yi¹, LI Guo-Min²

(1 Research Institute of Insect Resources of Chinese Academy of Forestry, Kunming, Yunnan 650224, China;

2 Ningxia Institute of Lingwuchangzao, Lingwu 750400, China)

Abstract: Sampled from Lingwu, Ningxia Province, Lingwuchangzao were studied on pathogen and fungi during storage. By the paper filtering method, antimicrobial effects of many plant material extracts on the pathogenic fungi were determined respectively. The result showed that four pathogenic fungi were isolated from the Lingwuchangzao during post harvest: *Trichoderma roseum* (Pers.) Link, *Mucor microsporus* Namysl, *Penicillium* sp. and *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. The extracts with antimicrobial effect on *Mucor microsporus* Namysl were 25 g/L ethanol extract of *Forsytia suspense* (Thunb.) Vahl, 50 g/L water extract of *Alpinia officinarum* Hance, 50 g/L water extract of *Rheum officinale* Baill. and 100 g/L water extract of *Morus alba* L.; the extracts with antimicrobial effect on *Trichoderma roseum* (Pers.) Link were 12.5 g/L ethanol extract of *Eugenia caryophyllata* Thunb., 50 g/L water extract of *Alpinia officinarum* Hance and 100 g/L ethanol extract of *Stemona japonica* (Bl.) Miq.; the extracts with antimicrobial effect on *Penicillium* sp. were 6.25 g/L ethanol extract of *Eugenia caryophyllata* Thunb., 25 g/L ethanol extract of *Forsytia suspense* (Thunb.) Vahl, 50 g/L ethanol extract of *Eucalyptus globulus* Labill. and 100 g/L water extract of *Pogostemon cablin* Benth.; the extracts with antimicrobial effect on *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl were 50 g/L ethanol extract of *Forsytia suspense* (Thunb.) Vahl and 100 g/L water extract of

†收稿日期] 2007-08-03

[基金项目] 国家林业局“948”创新项目(2005-4-C06);“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2006BAD06B07)

[作者简介] 甘瑾(1976-),女,云南昆明人,副研究员,主要从事果蔬采后生理与保鲜技术研究。

Coptis chinensis Franch.

Key words: *Zizphus jujuba* mill cv. lingwuchangzao ;post harvest pathogen ;pathogenic fungi ;antibiosis ;plant material extracts

水果的采后病害是影响水果采后品质、缩短贮藏期和货架期、造成大量腐烂损失的主要原因之一。发达国家对水果采后病害的研究及其防治工作十分重视,早在 20 世纪 20 年代就开始对葡萄、苹果等水果的采后病害进行了深入研究,并提出了相应的防治方法,如硫制剂对葡萄贮藏病害进行防治等。但长期的研究表明,化学合成防腐剂存在致癌、致畸和易引起食物中毒等问题,所以国外科技工作者又把注意力集中在天然防腐剂的开发利用上(如关于肉桂在果蔬保鲜上的应用效果,藿香精油浸渍处理柑橘,百里香精油处理草莓等),并研究了 30 种精油的抗菌效果,结果发现,丁香酚、香芹酚、异冰片、百里酚、香草醛和水杨醛等 6 种精油抗菌效果明显^[1]。

我国水果采后病害研究起步较晚,20 世纪 70 年代随着水果采后产业的发展,人们才开始关注水果采后病害的防治问题。早期通常是将果蔬用多菌灵、托布津、苯来特等药物的稀释液浸泡来防治采后病害,近年来虽然研制了一些低毒防腐保鲜剂,但或多或少会有一点残毒^[2]。随着人类对食品安全性和环保问题的日益重视,化学防腐保鲜剂的使用已越来越受到消费者的抵制,因此筛选天然抗病防腐剂应用于水果保鲜技术,必将成为水果贮藏保鲜领域的研究方向。

灵武长枣 (*Zizphus jujuba* Mill cv. Lingwuchangzao) 是宁夏灵武有地方特色的优良枣树品种,其个大、色泽艳丽、果肉致密酥脆、酸甜适口、汁液较多,鲜枣含糖量 250~300 g/kg, Vc 含量达 3~4 g/kg,是集营养、保健于一体的优质果品,目前已成为宁夏最热销的水果之一。但灵武长枣与其他枣类一样,在自然条件下贮藏比较困难,而且因含水量较大而更难保鲜贮藏,鲜销期只有半个月左右。灵武长枣在贮藏中因真菌病害浸染而导致的腐烂率达 30%~40%。随着灵武长枣栽种面积的不断扩大,枣果产量逐年增加,市场销售的压力将会逐年加大,这将严重制约灵武长枣产业的快速发展。因此,研

究采后病害的种类及其防治方法,是灵武长枣贮藏保鲜技术中一项亟待解决的主要问题^[3],已成为产业发展的关键。本试验以宁夏灵武市大泉林场所产灵武长枣为研究对象,对其在贮藏过程中所发病害的病原菌进行了分离鉴定,并选用 22 种天然植物提取液进行抑菌试验,旨在发现对病害有抑制作用的天然抗病防腐剂,为进一步研究灵武长枣采后生理及保鲜技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

灵武长枣采摘于宁夏灵武市大泉林场;黄连、大黄、虎杖、百部、高良姜、桂皮、八角、花椒、丁香、大蒜、桉叶、桑叶、荷叶、广霍香、肉豆蔻、连翘、马齿苋、穿心莲、白芍、厚朴、苦丁茶、苦参等天然植物由市场购得;培养基为 PDA 培养基^[4];所用试剂均为分析纯。

1.2 灵武长枣病原菌的分离^[4-5]

将贮藏过程中发病的灵武长枣病果表面用水清洗,然后切取与病害邻近的 4~5 mm 见方的组织小块,用体积分数 75% 的酒精消毒 10 s,再用 1 g/L 升汞消毒 5 min,无菌水冲洗 3 次,用消毒滤纸吸干表面水分,最后将组织小块接在 PDA 培养基上。于 25~28 ℃ 下培养 3~5 d,当培养出的菌落直径为 1 cm 时,用接种针挑取菌落边缘菌丝接入另一 PDA 培养皿上,并于 25~28 ℃ 培养。重复上述操作 3 次,所得菌落即可作为纯化菌种回接果实,如发病症状与前相同,便可作为采后病原菌转接入试管,4 ℃ 冰箱保存,作为供试菌种进行进一步鉴定。

1.3 灵武长枣病原菌的鉴定

根据病害症状、菌落形态及菌丝、孢子、孢子器等特征来确定病原菌的属和种。

1.4 天然植物提取液的制备

所有天然植物原料均用水和乙醇分别进行提取,工艺如下:

原料 → 粉碎 →	→ 水浸泡 → 加热回流 → 冷却过滤 → 真空浓缩 → 水提取原液。
	→ 乙醇浸泡 → 超声波提取 → 过滤 → 真空浓缩 → 乙醇提取原液。

天然植物提取原液质量浓度为 1 g/mL,即 1 g 原材料提取浓度为 1 mL 提取原液^[6]。

1.5 天然植物提取液抑菌试验^[4-5]

1.5.1 抑菌圈的测定 采用滤纸片扩散法。将滤

纸制成直径 5 mm 的圆片,干热灭菌 2 h(在 160 干燥箱内完成)。分别用各天然植物提取原液浸渍滤纸片,然后干燥备用。将预先经扩大培养的直径 5 mm 的菌块接入已倒好培养基的平皿中,再用无菌镊子将各植物提取原液浸渍过的滤纸片放入平皿上,每皿均匀放 3 片,每种植物提取液重复 3 皿,放入 25~28 ℃ 的恒温培养箱中培养 24~72 h,量取抑菌圈直径,结果取 3 皿的平均值,比较各种天然植物提取液原液对各试验病原菌的抑菌效力。

1.5.2 最小抑菌浓度(MIC)的确定 将提取原液

表 1 天然植物提取原液及其稀释液在培养基中的质量浓度

Table 1 Concentration of original and dilution in the culture medium

质量浓度/(g·L ⁻¹) Concentration	稀释倍数 Dilution multiple					
	1	2	4	8	16	32
稀释液 Concentration of dilution	1000	500	250	125	62.5	31.3
在对应培养基中 Concentration of dilution in the culture medium	100	50	25	12.5	6.25	3.13

2 结果与分析

2.1 病原菌的鉴定

从贮藏的灵武长枣果实上分离出 A、B、C、D 4 种病原真菌,挑取各菌落少许到载玻片上,用显微镜观察、测量,根据各病原菌的形态特征对其进行鉴定。

2.1.1 病原菌 A 被病原菌 A 浸染的枣果表面密生黑色粉状菌落;显微镜观察菌丝无隔、少分枝,无葡萄菌丝和假根,孢囊梗较短,自菌丝直接生出,单根而不分枝,末端膨大,突入孢囊内成囊轴,孢子囊为球形,孢囊孢子为圆形或椭圆形,孢子大小(2.5~2.6) μm ×(2.8~2.9) μm。根据文献[7-10],病原菌 A 被鉴定为微孢毛霉(*Mucor microsporus* Namysl)。

2.1.2 病原菌 B 被病原菌 B 浸染的枣果,初期表面有白色菌落,后渐变为粉红色。分生孢子梗直立,不分隔或少数分隔,不分枝,顶生一个或多个孢子,分生孢子卵形,孢子基部具一偏乳头状突起,无色双细胞,分隔处略有缢缩,以下侧方连接在孢子梗上,形成向基序列的孢子链,孢子大小为(11.3~17.6) μm ×(5.8~10.1) μm。根据文献[7-8,11-12]鉴定病原菌 B 为粉红聚端孢(*Trichoderma roseum* (Pers.) Link)。

2.1.3 病原菌 C 浸染该病原菌的枣果表面有青绿色、粉状霉层菌落,菌落边缘白色。显微镜观察可见,分生孢子梗丛生,量大,小梗为瓶形梗,孢子大小

用适宜溶剂(水提取液用无菌水、乙醇提取液用经灭菌的丙三醇)进行倍比稀释。然后用无菌移液枪吸取原液和各浓度稀释液 1 mL,分别注入试管中已灭菌的 9 mL PDA 培养基中,混合均匀,倒入平皿中,冷却后接入预先扩大培养的直径 5 mm 的菌块,放入 25~28 ℃ 的恒温培养箱中培养 24~72 h,以完全没有菌生长的最低浓度记为该种天然植物提取液的最低抑菌浓度(MIC)。原液及各稀释液在培养基中的对应浓度见表 1。

均匀,近球形,孢子大小为(3.6~4.8) μm ×(2.7~4.6) μm。根据以上特征及文献[7-8,10,12-13],鉴定病原菌 C 为青霉属(*Penicillium* sp.)。

2.1.4 病原菌 D 该病原菌浸染枣果后,果实表面出现黑灰色菌丝体。在显微镜下可看到,分生孢子梗单生或小丛生,为淡色、橄榄色或褐色。分生孢子有倒棍棒形、卵形或椭圆形,常带有短圆形喙,长度不超过分生孢子,宽度 2~5 μm,分生孢子一般有 8 个横隔膜和几个纵隔膜或斜隔膜,孢子大小为(9.6~43.4) μm ×(6.0~28.9) μm。依据文献[7-8,10,12,14],该病原菌被鉴定为链格孢(*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl)。

2.2 天然植物提取液对病原菌的抑制作用

2.2.1 抑菌圈的测定结果 对 4 种病原菌有抑制效果的植物提取液及其抑菌圈直径见表 2,抑菌效果较好的见图 1。从表 2 可以看出,对微孢毛霉抑制作用最大的是连翘乙醇提取液,抑菌圈直径为 14.8 mm,然后依次是高良姜水提取液、大黄水提取液和桑叶水提取液;对粉红聚端孢,抑制作用最大的是丁香乙醇提取液,抑菌圈直径达 17.13 mm,其余依次是高良姜水提取液和百部乙醇提取液;对青霉属抑制作用最好的也是丁香乙醇提取液,抑菌圈直径为 19.56 mm,连翘乙醇提取液对其抑制作用也较好,抑菌圈直径为 15.93 mm,桉叶乙醇提取液和广霍香水提取液也有一定的抑制作用;对链格孢有抑制作用的有 2 种提取液,但效果均较差,抑菌圈直径均较小。

表 2 天然植物提取液对病原菌的抑制效果

Table 2 Antimicrobial effect of plant material extracts on pathogenic fungi

微孢毛霉 <i>Mucor microsporus</i> Namysl.		粉红聚端孢 <i>Trichoderma roseum</i> (Pers.) Link.		青霉属 <i>Penicillium</i> sp.		链格孢 <i>lternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	
提取液 Extracts	抑菌圈直径/ mm Antimicrobial circle diameter	提取液 Extracts	抑菌圈直径/ mm Antimicrobial circle diameter	提取液 Extracts	抑菌圈直径/ mm Antimicrobial circle diameter	提取液 Extracts	抑菌圈直径/ mm Antimicrobial circle diameter
连翘乙醇 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	14. 80	丁香乙醇 Ethanol extract of <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb.	17. 13	丁香乙醇 Ethanol extract of <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb. .	19. 56	连翘乙醇 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	11. 00
高良姜水 Water extract of <i>Alpinia officinarum</i> Hance	12. 60	高良姜水 Water extract of <i>Alpinia officinarum</i> Hanc	12. 49	连翘乙醇 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	15. 93	黄连水 Water extract of <i>Coptis chinensis</i> Franch	9. 33
大黄水 Water extract of <i>Rheum offcinale</i> Baill	11. 20	百部乙醇 Ethanol extract of <i>Stemona japonica</i> (Bl.) Miq	9. 20	桉叶乙醇 Ethanol extract of <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	12. 64		
桑叶水提 Water extract of <i>Morusalba</i> L.	10. 60			广霍香水 Water extract of <i>Pogostemon cablin</i> Benth	11. 6		

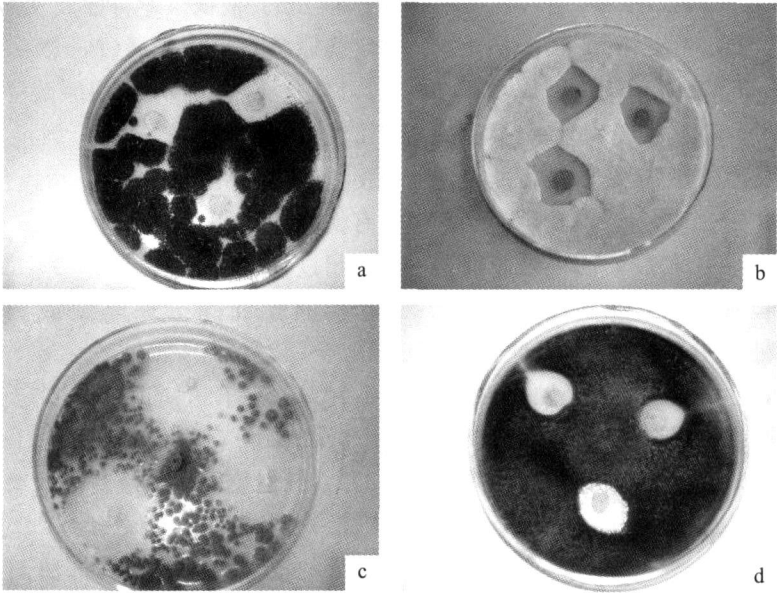


图 1 部分天然植物提取液对病原菌的抑制效果

a. 连翘乙醇提取液对微孢毛霉的抑制效果;b. 丁香乙醇提取液对粉红聚端孢的抑制效果;
c. 丁香乙醇提取液对青霉属的抑制效果;d. 连翘乙醇提取液对链格孢的抑制效果

Fig. 1 Antimicrobial effect of plant material extracts on pathogenic fungi

a. Antimicrobial effect of ethanol extract of *Forsytia suspense* (Thunb.) Vahl. on *Mucor microsporus* Namysl ;b Antimicrobial effect of ethanol extract of *Eugenia caryophyllata* Thunb. on *Trichoderma roseum* (Pers.) Link ;c. Antimicrobial effect of ethanol extract of *Eugenia caryophyllata* Thunb. on *Penicillium* sp. ;d. Ethanol extract of *Forsytia suspense* (Thunb.) Vahl. on *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl

2.2.2 最低抑菌浓度(MIC)的测定结果 天然植物提取液的质量浓度对其抑菌效力的影响结果见表3。由表3可知,连翘乙醇提取液、高良姜水提取液、大黄水提取液和桑叶水提取液对微孢毛霉的最低抑菌质量浓度分别为25,50,50和100 g/L;对粉红聚端孢有抑制作用的丁香乙醇提取液、高良姜水提取

液和百部乙醇提取液的最低抑菌质量浓度依次是12.5,50和100 g/L;对于青霉属,丁香乙醇提取液的最低抑制质量浓度为6.25 g/L,连翘乙醇提取液为25 g/L,桉叶乙醇提取液为50 g/L,广霍香水提取液抑制质量浓度较大,为100 g/L;连翘乙醇提取液和黄连水提取液对链格孢的最低抑制质量浓度分

别为 50 和 100 g/L。

表 3 不同天然植物提取液质量浓度对其抑菌效力的影响

Table 3 Antimicrobial effect of different concentration extracts from natural plants on pathogenic fungi							
试验菌 Experiment fungi	提取液 Extracts	提取液质量浓度/ (g ·L ⁻¹) Concentration of extracts					
		100	50	25	12.5	6.25	3.13
微孢毛霉 <i>Mucor microsporus</i> Namy	连翘乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	-	-	-	+	+	+
	高良姜水提取液 Water extract of <i>Alpinia officinarum</i> Hance	-	-	+	+	+	+
	大黄酒提取液 Water extract of <i>Rheum offcinale</i> Baill	-	-	+	+	+	+
	桑叶水提取液 Water extract of <i>Morusalba</i> L.	-	+	+	+	+	+
	丁香乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb.	-	-	-	-	+	+
	高良姜水提取液 Water extract of <i>Alpinia officinarum</i> Hance	-	-	+	+	+	+
粉红聚端孢 <i>Trichoderma roseum</i> (Pers.) Link.	百部乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Stemona jacponica</i> (Bl.) Miq.	-	+	+	+	+	+
	丁香乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb.	-	-	-	-	-	+
	连翘乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	-	-	-	+	+	+
	桉叶乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	-	-	+	+	+	+
	广霍香水提取液 Water extract of <i>Pogostemon cablin</i> Benth	-	+	+	+	+	+
	连翘乙醇提取液 Ethanol extract of <i>Forsytia suspense</i> (Thunb.) Vahl	-	-	+	+	+	+
链格孢 <i>lternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	黄连水提取液 Water extract of <i>Coptis chinensis</i> Franch	-	+	+	+	+	+

注:- . 无菌落生长;+. 菌落直径 ≤1 cm;+ . 1 cm < 菌落直径 ≤3 cm;+ + . 3 cm < 菌落直径 ≤5 cm;+ + + . 菌落已长满平皿。
Note:- . no colony;+. colony diameter ≤1 cm;+ . 1 cm < colony diameter ≤3 cm;+ + . 3 cm < colony diameter ≤5 cm;+ + + . the plate full of colony.

3 讨 论

本试验从采后贮藏的灵武长枣中分离鉴定出 4 种病原真菌,其中从贮藏的枣类中分离出青霉属、链格孢和粉红聚端孢已有资料报道^[15-16],而微孢毛霉为首次在枣类中分离得到。

从本试验结果可以看出,4 种病原菌中,链格孢菌较难抑制,只有 2 种提取液对其有抑制作用,且最低抑菌质量浓度也较大,为 50 ~ 100 g/L。而青霉菌相对较容易抑制,有 4 种提取液对其有抑制作用,而且效果最好的丁香乙醇提取液的最低抑菌质量浓度仅为 6.25 g/L。另外,本试验还发现,有的天然植物提取液同时对几种病原菌有抑制作用,如连翘

乙醇提取液对微孢毛霉、青霉属和链格孢均有抑制作用,但抑制质量浓度有差异;高良姜水提取液同时对微孢毛霉和粉红聚端孢有抑制作用;丁香乙醇提取液对粉红聚端孢和青霉属的抑制效果均较好。由此可以看出,丁香、高良姜和连翘具有较广泛的抑菌效力,试验结果与文献^[17-24]报道的结果相吻合。抗菌剂的抗菌效果与分子结构密切相关,植物芳香成分精油被认为是主要的抗菌成分,具有强烈的抑制或杀死真菌等微生物的特性,其中醛类、酚类是主要的活性成分,如丁香的活性成分是丁香酚、肉桂的活性成分是肉桂醛、百里香的活性成分是百里香酚、苍山子的主要活性成分是柠檬醛等。但目前对其抑菌机理研究较少,没有定论,普遍的观点认为疏水性

的精油通过直接破坏微生物细胞膜或影响能量代谢来达到抗菌效果^[25-26]。本试验中,一些有效的提取液如连翘、百部和广霍香等的抑菌质量浓度较高,在使用中较麻烦并会增加成本,因此有关这些天然植物的活性成分及其高效分离技术还有待进一步研究。

本试验用 22 种天然植物提取液对 4 种病原菌进行了抑菌试验,结果表明对微孢毛霉有抑制作用的提取液有 25 g/L 的连翘乙醇提取液、50 g/L 的高良姜水提取液、50 g/L 的大黄水提取液和 100 g/L 的桑叶水提取液;对粉红聚端孢有抑制作用的有 12.5 g/L 的丁香乙醇提取液、50 g/L 的高良姜水提取液和 100 g/L 的百部乙醇提取液;对青霉属有抑制作用的有 62.5 g/L 的丁香乙醇提取液、25 g/L 的连翘乙醇提取液、50 g/L 的按叶乙醇提取液和 100 g/L 的广霍香水提取液;对链格孢有抑制作用的有 50 g/L 的连翘乙醇提取液和 100 g/L 的黄连水提取液。在灵武长枣的贮藏保鲜中,可以选择几种抑制效果较广泛的、用量较少的天然植物提取液对其病害进行综合防治。

[参考文献]

- [1] 张红艳,林 凯,阎春娟. 国内外天然食品防腐剂的研究进展[J]. 粮食加工,2004,(3):57-60.
- [2] 周 浩,甘启贵,杨 鸾,等. 天然防腐剂在果蔬保鲜涂料中的应用[J]. 林产化学与工业,1997,17(4):61-66.
- [3] 李家庆. 果蔬保鲜手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,2003:235-245.
- [4] 方中达. 植病研究方法[M]. 3 版. 北京:农业出版社,1998:113-115.
- [5] 许 玲,李学文,腾康宁. 果蔬采后致病真菌的检测及其控制[J]. 食品科学,2003,24(7):155-158.
- [6] 吴传茂,吴周和,曾 莹. 从植物中提取天然防腐剂的研究[J]. 食品科学,2000,21(9):25.
- [7] 张中义,冷怀琼,张志铭,等. 植物病原真菌学[M]. 成都:四川科学技术出版社,1988:353-456.
- [8] 魏景超. 真菌鉴定手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1979:358-552.
- [9] 戴芳澜. 中国真菌总汇计[M]. 北京:科学出版社,1987:298.
- [10] 沈瑞祥,刘碧荣译. 真菌——高级论文集第四卷 A. B 册(检索部分)[M]. 北京:科学出版社,1981:229-258.
- [11] 李宝聚,李龙生,顾兴芳,等. 瓜类红粉病的病原鉴定、发生与防治[J]. 中国蔬菜,2005(6):55-56.
- [12] 习平根,戚佩坤,姜子德. 瓜栗病原真菌的鉴定[J]. 华南农业大学学报,2000,21(4):30-32.
- [13] 张中义. 观赏植物真菌病害[M]. 成都:四川科学技术出版社,1992:414-415.
- [14] 赵淑艳,李喜宏,陈丽,等. 桃采后病原菌种类及侵染规律研究[J]. 食品科学,2005,26(10):235-255.
- [15] 王贵禧. 冬枣贮藏保鲜现状与对策[J]. 保鲜与加工,2003,3(6):1-2.
- [16] 邵春水,李 玉. 影响冬枣贮藏保鲜的关键环境因子[J]. 滨州师专学报,2004,20(2):34-38.
- [17] 刘国坤,陈启建,吴祖建,等. 几种植物提取物对 4 种植物病原真菌的抑制作用[J]. 福建农林大学学报,2004,33(3):295-299.
- [18] 高海生,李春华. 天然果蔬保鲜剂研究进展[J]. 中国食品学报,2003,3(1):86-91.
- [19] 余世望,范青生,肖小年,等. 60 种食药两用中药抗菌防腐作用研究[J]. 天然产物研究与开发,1997,9(4):61-67.
- [20] 宫毓静,安汝国,虞慧,等. 164 种中药乙醇提取物抗真菌作用研究[J]. 中草药,2002,33(1):42-47.
- [21] 周柏玲,杨丽莉,李蕾. 丁香和桂皮提取物对果蔬抑菌效果的影响[J]. 保鲜与加工,2003,3(6):19-21.
- [22] 方才君. 几种植物精油对柑橘青绿霉的抑菌活性[J]. 中国柑橘,1989,18(3):11-13.
- [23] 周 浩,肖启贵,杨 鸾. 添加天然防腐剂的涂料在水果保鲜贮藏中的应用[J]. 天然产物研究与开发,1999,11(3):47-52.
- [24] 肖丽平,李临生,李利东. 抗菌防腐剂()天然抗菌防腐剂[J]. 日用化学工业,2002,32(2):78-81.
- [25] 吴新安,花日茂,岳永德,等. 植物源抗菌、杀菌活性物质研究进展[J]. 安徽农业大学学报,2002,29(3):245-249.
- [26] 关文强,李淑芬. 天然植物提取物在果蔬保鲜中应用研究进展[J]. 农业工程学报,2006,22(7):200-204.