

三种保鲜剂及其复合物对灵武长枣采后主要病原菌菌丝生长的影响

任玉锋, 唐艳军

(北方民族大学 生物科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘要:研究了壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚及其复合物对灵武长枣采后主要病原菌黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长抑制效应。结果表明:3种保鲜剂及其复合物对4种供试菌均有较强的抑制效果,且表现为浓度效应;其对4种供试菌的菌丝生长抑制率由大到小依次为壳聚糖-百里香酚、海藻酸钠-百里香酚、百里香酚、壳聚糖、海藻酸钠,复合物对菌丝生长的抑制效应比含有相同有效浓度的单体抑制效应有明显提高。

关键词:灵武长枣;病原菌;保鲜剂;菌丝生长;抑制作用

中图分类号:S 665.109⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0159-04

灵武长枣(*Zizphus jujube* Mill cv. *Lingwuchang-zao*)为鼠李科枣属植物,中国独有,宁夏特产^[1],至今栽培约有1300多年的历史^[2],是宁夏灵武有地方特色的优良果品。灵武长枣具有较高的食用价值、营养价值、药用价值,实属果中珍品。但因其含水量高、呼吸强度大,在自然条件下鲜销期只有半个月左右^[3],因而采后贮藏难已严重影响了灵武长枣产业化发展^[4]。新鲜水果在采后流通过程中导致腐烂的主要原因可归纳为果实自身的生理衰败,病原微生物的侵染及机械损伤、环境温度不适宜等,但最终呈现在人们眼前的均为腐烂景象,而真菌则是果实最主要的致病病原菌^[5]。灵武长枣在贮藏中因真菌病害侵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,已成为产业发展的关键。

壳聚糖(Chitosan)是一种天然有机生物高聚物,具有抑菌活性高、广谱、杀灭率高等优点^[6]。海藻酸钠(Sodium alginate)是由海藻中提取的天然多糖碳水化合物,具有较好的成膜性能和水溶解性能^[7],在工业、食品生产中常被用作凝胶基质、增稠剂、稳定剂、膜材、水性阻滞剂等^[8]。百里香酚(thymol)(5-甲基-2-异丙基酚),

又名麝香草酚,存在于多种植物的精油中,具有较强的抑菌作用^[9]。有研究表明,壳聚糖和具有抑菌活性的百里香酚复合物对病原细菌具有增效协同作用^[10]。

试验以灵武长枣在贮藏过程中分离的4种病原真菌,黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢为研究对象,用壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚及其复合物分别对灵武长枣采后主要病原菌进行处理,通过观察菌丝生长情况,从而研究壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚及其复合物对灵武长枣采后主要病原菌的抑菌活性,以期可为可食性天然保鲜剂在水果采后保鲜上的应用提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用的4种病原真菌:黑根霉(*Rhizopus stolonifer* (Ehrenb. ex Fr.) Vuill.)、皮落青霉(*Penicillium crustosum*)、链格孢(*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl)、粉红聚端孢(*Trichoderma roseum* (Pers.) Link)均由课题组从贮藏的灵武长枣中分离、纯化、鉴定后而得。壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚,购于北京康贝尔公司。培养基为PDA培养基^[11]。

1.2 试验方法

试验于2011年10月在北方民族大学生物学实验教学示范中心进行。

1.2.1 溶液配制 将一定量的壳聚糖溶于1%乙酸,配成2%壳聚糖溶液,用1 mol/L NaOH溶液调节pH为5.4;百里香酚用吐温-80作乳化剂溶于无菌水中配成2%百里香酚溶液,同样调节pH至5.4;将一定量的海藻酸钠溶于1%乙酸溶液,配成2%海藻酸钠溶液,用1 mol/L NaOH溶液调节pH至5.4;将配制好的壳聚

第一作者简介:任玉锋(1964-),女,宁夏平罗人,硕士,教授,现主要从事果品采后生理与贮藏保鲜的教学与研究工作。E-mail: ren_yufeng@163.com.

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ1054)。

收稿日期:2012-05-23

糖、百里香酚溶液按 1:1(v/v)混合,充分混匀,放置 2 d,能形成稳定溶液(不发生相分离现象,也不发生沉淀和絮凝现象),即得壳聚糖-百里香酚复合物溶液;将配制好的海藻酸钠、百里香酚溶液按 1:1(v/v)混合,充分混匀,放置 2 d,能形成稳定溶液(不发生相分离现象,也不发生沉淀和絮凝现象),即得海藻酸钠-百里香酚复合物溶液。

1.2.2 菌丝生长抑制率的测定 将 2%的壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚、壳聚糖-百里香酚和海藻酸钠-百里香酚溶液用蒸馏水或 1%的乙酸溶液分别配制成浓度为 2%、1.0%、0.5%、0.25%、0.125%、0.0625%、0.03125%的溶液;分别与灭菌的定量培养基混合均匀,即得不同浓度的壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚、壳聚糖-百里香酚和海藻酸钠-百里香酚的含毒培养基。取不同浓度的培养基各 10 mL,倒入直径为 9 cm 的培养皿内,每浓度 3 次重复,以无毒培养基为对照。用直径为 5 mm 的打孔器在培养好的供试菌菌落边缘切下菌饼,反接于培养皿中心内,黑暗中 28℃培养 5 d 后观察结果,用十字交叉法测量菌落扩展直径。相对抑制率=(对照菌落直径-处理菌落直径)/对照菌落直径×100%。

2 结果与分析

2.1 壳聚糖对黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长的影响

由表 1 可知,壳聚糖对 4 种供试菌菌丝生长的相对抑制率总体上随着壳聚糖浓度的增加而提高,当浓度在 0.5%~1.0%范围时对黑根霉的抑制率达 100%,浓度在 0.25%~2.0%范围时对链格孢、粉红聚端孢的抑制率达 100%,表现为供试菌菌丝生长被完全抑制,其中对粉红聚端孢菌丝生长抑制效果比较显著。另外,当浓度 0.03125%~0.125%范围时黑根霉的菌落直径为 9.00 cm,即菌丝长满了培养皿,相对抑制率为 0,说明壳聚糖在此浓度范围内对黑根霉完全没有抑制作用。壳聚糖浓度在 0.5%~1.0%范围时对黑根霉的抑制率达 100%,而浓度为 2.0%时对黑根霉的抑制率仅达 38.89%,这可能是由于壳聚糖浓度过高时,黏度太大,导致涂抹不均匀所致。低浓度的壳聚糖对皮落青霉的抑

表 1 壳聚糖对 4 种供试菌菌丝生长的抑制作用

壳聚糖 浓度/%	黑根霉		皮落青霉		链格孢		粉红聚端孢	
	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%
2.0	5.50	38.89	0.93	73.80	0	100	0	100
1.0	0	100	1.24	65.07	0	100	0	100
0.5	0	100	1.47	58.59	0	100	0	100
0.25	4.18	53.56	1.82	48.73	0	100	0	100
0.125	9.00	0	1.93	45.63	1.90	69.60	1.40	71.71
0.0625	9.00	0	2.29	35.49	2.15	65.60	1.98	60.00
0.03125	9.00	0	3.80	-7.04	3.17	39.68	3.42	30.90
CK	9.00	—	3.55	—	6.25	—	4.95	—

制率出现负值,可能是低浓度壳聚糖对皮落青霉菌丝生长有一定的刺激作用,促使同等条件下菌落直径增大。

2.2 海藻酸钠对黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长的影响

由表 2 可知,海藻酸钠对 4 种供试菌菌丝生长的相对抑制率总体上随海藻酸钠浓度的增加而提高,浓度在 0.5%~2.0%范围时对链格孢的抑制率达 100%,浓度在 0.125%~2.0%范围时对粉红聚端孢的抑制率达 100%,表现为供试菌菌丝生长被完全抑制,其中对粉红聚端孢菌丝生长抑制效果尤为显著。当浓度在 0.03125%~0.125%范围时黑根霉菌落直径为 9.00 cm,即菌丝长满了培养皿,相对抑制率为 0,说明海藻酸钠在此浓度范围内对黑根霉完全没有抑制作用。

表 2 海藻酸钠对 4 种供试菌菌丝生长的抑制作用

海藻酸钠 浓度/%	黑根霉		皮落青霉		链格孢		粉红聚端孢	
	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%
2.0	1.80	80.00	0.80	77.46	0	100	0	100
1.0	3.15	65.00	0.98	72.39	0	100	0	100
0.5	4.15	53.98	1.21	65.91	0	100	0	100
0.25	5.48	39.11	1.20	66.19	0.82	86.88	0	100
0.125	9.00	0	1.55	56.33	1.40	77.60	0	100
0.0625	9.00	0	1.61	54.64	1.85	70.40	1.54	68.88
0.03125	9.00	0	2.35	33.80	2.47	60.48	1.65	66.67
CK	9.00	—	3.55	—	6.25	—	4.95	—

2.3 百里香酚对黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长的影响

由表 3 可知,百里香酚对 4 种供试菌菌丝生长的相对抑制率总体上随百里香酚浓度的增加而提高,浓度在 0.0625%~2.0%范围时对黑根霉的抑制率达 100%,浓度在 0.125%~2.0%范围时对皮落青霉的抑制率达 100%,浓度在 0.03125%~2.0%范围时对链格孢、粉红聚端孢的抑制率均达 100%,表现为供试菌菌丝生长被完全抑制。

表 3 百里香酚对 4 种供试菌菌丝生长的抑制作用

百里香酚 浓度/%	黑根霉		皮落青霉		链格孢		粉红聚端孢	
	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%	菌落直 径/cm	相对抑 制率/%
2.0	0	100	0	100	0	100	0	100
1.0	0	100	0	100	0	100	0	100
0.5	0	100	0	100	0	100	0	100
0.25	0	100	0	100	0	100	0	100
0.125	0	100	0	100	0	100	0	100
0.0625	0	100	1.43	59.71	0	100	0	100
0.03125	2.70	70.00	1.92	45.91	0	100	0	100
CK	9.00	—	3.55	—	6.25	—	4.95	—

结合表 1~3 可知,壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚 3 种单体对 4 种供试菌的抑制作用以百里香酚最好,其次为壳聚糖,海藻酸钠最差。

2.4 壳-百复合物对黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长的影响

由表4可知,壳-百复合物对4种供试菌菌丝生长的相对抑制率随壳-百复合物浓度的增加而提高,浓度在0.0625%~2.0%范围时对黑根霉的抑制率达100%,浓度在0.125%~2.0%范围时对皮落青霉的抑制率达100%,浓度在0.03125%~2.0%范围时对链格孢、粉红聚端孢的抑制率均达100%,表现为供试菌菌丝生长被完全抑制。

表4 壳-百复合物对4种供试菌菌丝生长的抑制作用

壳-百复合物浓度/%	黑根霉		皮落青霉		链格孢		粉红聚端孢	
	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%
2.0	0	100	0	100	0	100	0	100
1.0	0	100	0	100	0	100	0	100
0.5	0	100	0	100	0	100	0	100
0.25	0	100	0	100	0	100	0	100
0.125	0	100	0	100	0	100	0	100
0.0625	0	100	1.15	67.60	0	100	0	100
0.03125	1.35	85.00	1.83	48.45	0	100	0	100
CK	9.00	—	3.55	—	6.25	—	4.95	—

结合表1、3可知,壳-百复合物对4种供试菌菌丝生长的抑制作用要优于壳聚糖、百里香酚2种单体的抑制作用,说明复合物具有复合增效作用。

2.5 海-百复合物对黑根霉、皮落青霉、链格孢、粉红聚端孢的菌丝生长的影响

由表5可知,海-百复合物对4种供试菌菌丝生长的相对抑制率随着海-百复合物浓度的增加而提高,在浓度为0.0625%~2.0%时对黑根霉的抑制率达100%,浓度在0.125%~2.0%范围时对皮落青霉的抑制率达100%,浓度在0.03125%~2.0%范围时对链格孢、粉红聚端孢的抑制率均达100%,表现为供试菌菌丝生长被完全抑制。

表5 海-百复合物对4种供试菌菌丝生长的抑制作用

海-百复合物浓度/%	黑根霉		皮落青霉		链格孢		粉红聚端孢	
	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%	菌落直径/cm	相对抑制率/%
2.0	0	100	0	100	0	100	0	100
1.0	0	100	0	100	0	100	0	100
0.5	0	100	0	100	0	100	0	100
0.25	0	100	0	100	0	100	0	100
0.125	0	100	0	100	0	100	0	100
0.0625	0	100	1.05	70.42	0	100	0	100
0.03125	2.30	74.44	1.37	61.40	0	100	0	100
CK	9.00	—	3.55	—	6.25	—	4.95	—

结合表2、3可知,海-百复合物对4种供试菌菌丝生长的抑制作用要优于海藻酸钠、百里香酚2种单体的抑制作用,说明复合物具有复合增效作用。

3 结论与讨论

壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚、壳聚糖-百里香酚和海藻酸钠-百里香酚对灵武长枣采后主要病原真菌黑根霉、皮落青霉、链格孢和粉红聚端孢的菌丝生长均有不同程度的抑制作用,其抑制作用随处理液浓度的增大而提高,表现出浓度效应。

壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚、壳聚糖-百里香酚和海藻酸钠-百里香酚对4种供试菌菌丝生长的抑制率以壳聚糖-百里香酚最高,抑制效果最好,其次为海藻酸钠-百里香酚、百里香酚、壳聚糖、海藻酸钠。其中,壳聚糖、海藻酸钠、百里香酚3种单体中以百里香酚对4种供试菌菌丝生长的抑制率最高,说明其抑菌效力最好;壳聚糖-百里香酚、海藻酸钠-百里香酚2种复合物中以壳聚糖-百里香酚对4种供试菌菌丝生长的抑制率最高。

壳聚糖-百里香酚、海藻酸钠-百里香酚复合物对4种供试菌菌丝生长的抑制作用比同浓度的壳聚糖、海藻酸钠抑制效果好,在复合物浓度为0.125%时对4种供试菌的菌丝生长的抑制率达100%,而壳聚糖、海藻酸钠在同浓度条件下表现为部分抑制或完全不能抑制。可见,壳聚糖-百里香酚、海藻酸钠-百里香酚的复合物大大提高了其对病原菌的抑制作用,表现出协同增效作用,这与胡瑛等^[10]的研究结果相一致。试验表明,百里香酚及其与壳聚糖、海藻酸钠复合物在离体试验中对灵武长枣采后主要病原真菌黑根霉、皮落青霉、链格孢和粉红聚端孢有较好的抑菌效果,在水果采后病害生物防治上的应用有较大的潜力,关于百里香酚及其与壳聚糖、海藻酸钠复合物在灵武长枣贮藏过程中的病害防治效果尚需进一步研究。

参考文献

- [1] 喻菊芳,陈为军,朱连成. 灵武长枣发展中值得注意的问题[J]. 宁夏农林科技,2003(4):60-61.
- [2] 喻菊芳,朱连成,魏卫东,等. 宁夏(灵武)长枣考证[J]. 宁夏农林科技,2004(5):31-32.
- [3] 甘瑾,唐文林,潘禄,等. 灵武长枣采后病原菌的分离及天然抗菌物质的筛选[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2007(10):81-86.
- [4] 李家庆. 果蔬保鲜手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,2003:235-245.
- [5] 肖素荣,李京东. 天然食品防腐剂及其发展前景[J]. 中国食物与营养,2007(6):30-33.
- [6] Jeony J, Park J, Kimsk. Antimicrobial Effect of Chitooligosaccharides Produced by Bioreactor[J]. Carbohydrate Polymers, 2001, 44: 71-76.
- [7] 邓靖,谭兴和,周晓媛. 丁香油-海藻酸钠可食性抗菌膜的研制[J]. 食品工业科技,2009,30(6):302-305.
- [8] Tonnesen H H, Karlsen J. Alginate in drug delivery[J]. Drug Dev In Pharm, 2002, 28(6):621-630.
- [9] 张静,冯岗,袁旭超,等. 百里香酚抑菌活性初探[J]. 中国农学通报, 2009, 25(21): 277-280.
- [10] 胡瑛,杜予民,刘慧. 壳聚糖-百里香酚复合物的抑菌活性研究[J]. 武汉大学学报(理学版),2003,49(2):261-265.
- [11] 杨文博. 微生物学实验[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

不同数目气孔保鲜袋保鲜阿克苏灰枣效果研究

于震宇¹, 徐雅玲¹, 向延菊²

(1. 阿克苏职业技术学院, 新疆 阿克苏 843000; 2. 塔里木大学 生命科学学院, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:以新疆阿克苏灰枣为试材,研究了低温冷藏条件下不同数目气孔保鲜袋对灰枣贮藏品质的影响。结果表明:在低温冷藏时,保鲜袋打孔处理有利于保存灰枣的外观品质和营养品质。保鲜袋打4、8、12孔3个处理中,8孔处理可减缓阿克苏灰枣果实硬度、可滴定酸和总糖含量的下降、抑制腐烂、延缓果实维生素C的降解,较好的维持了果实贮藏期间的品质,延缓其衰老速度。

关键词:阿克苏灰枣;打孔保鲜袋;保鲜效果

中图分类号:S 665.109⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0162-03

灰枣是干鲜兼用类优良品种,鲜枣含糖量40.5%、维生素C(VC)3.9 mg/g,可食率97.3%,原产于河南新郑县,有2700余年栽培历史,20世纪70年代引入新疆南疆后,因独特的自然环境和气候条件,枣果具有含糖量、营养物质、微量元素及其它性状均明显高于原产地等优良品质,成为南疆发展红枣产业的主导品种^[1-2]。枣果采后极易失水皱皮,果肉软化、褐变,同时营养成分被破坏,失去商品价值,而薄膜包装是保持果蔬质量和

延长货架期的重要手段,关于枣果的薄膜包装贮藏保鲜研究较多^[3-6],但有关灰枣贮藏保鲜方面的研究较少^[7-8]。该试验以新疆阿克苏灰枣为试验对象,研究了冷藏条件下不同数目气孔保鲜袋对灰枣贮藏效果的影响,以探索灰枣低温贮存中适宜的包装方式。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 供试灰枣采自阿克苏市实验林场八队枣园。枣果采摘时其成熟度为由白熟期转为红熟期;挑选大小均一、红色着色面积在1/2以下、成熟度一致、无机械伤(尤其是果柄处)、无病虫害的果实为试验材料,然后放进冷库预冷。

1.1.2 仪器和试剂 PL2002 电子分析天平,梅特勒-托利多仪器有限公司;GZX-9246MBE 型数显鼓风干燥箱,

第一作者简介:于震宇(1978-),女,山西临汾人,硕士,讲师,现主要从事植物资源开发利用与园艺技术研究工作。E-mail: 1498380181@qq.com.

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划青年培育基金资助项目(XJEDU2009S104)。

收稿日期:2012-04-27

Effects of Three Preservatives and Their Combinations on Hyphal Growth of Major Pathogenic Fungi in Post-harvest *Zizphus jujube* Mill cv. 'Lingwuchangzao'

REN Yu-feng, TANG Yan-jun

(College of Biological Science and Engineering, The North University for Ethnic, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: The inhibitory efficacy of chitosan, sodium alginate, thymol and their combinations on hyphal growth of major pathogenic fungi in post-harvest 'Lingwuchangzao', such as *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium crustosum*, *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss. and *Trichoderma roseum* (Pers.) were determined. The results showed that the three preservatives and their combinations had a strong inhibitory effect on the four experimental fungi and had a concentration effect. From the experiment that inhibition ratio of hyphal growth on the four experimental fungi in descending order would be chitosan-thymol, sodium alginate-thymol, thymol, chitosan, sodium alginate. Therefore, the inhibitory efficacy of chitosan, sodium alginate in combination with thymol on hyphal growth separately was significantly higher than that of them alone at the same effective concentration.

Key words: *Zizphus jujube* Mill cv. 'Lingwuchangzao'; pathogenic fungi; preservative; hyphal growth; inhibitory effect