福建农业学报 26(2):260~264,2011
Fujian Journal of Agricultural Sciences
文章编号:1008-0384(2011)02-260-05

保鲜功能微生物对不同鲜切水果保鲜效果的研究

车建美[1,2],郑雪芳[2],林抗美[2],刘 波[2]

(1.福建农林大学生物农药与化学生物学教育部重点实验室,福建 福州 350002;
2.福建省农业科学院农业生物资源研究所,福建 福州 350003)

摘 要:从西瓜根际土壤中分离得到保鲜功能微生物,经中科院微生物研究所鉴定为短短芽孢杆菌(*Brevibacillus brevis*),生产出微生物保鲜剂"果立鲜",孢子含量为 10×10^8 CFU·mL^{-1},稀释50倍后将其喷施于不同水果上进行保鲜效果观察。结果表明,在高温高湿条件下,"果立鲜"对龙眼、台湾大青枣、西瓜、苹果、皇冠梨和草莓具有一定的保鲜效果,降低不同水果的腐烂率,当对照组腐烂率为100%时,处理组不同水果的腐烂率在32.67%~72.72%之间。同时,"果立鲜"可将不同水果的腐烂时间推迟1~2 d,降低果实失重率,当对照组失重率在29.63%~4.8%之间时,处理组的在24.90%~1.14%之间。"果立鲜"还可抑制台湾大青枣、西瓜、草莓和龙眼果实表面霉菌的生长,维持不同水果可溶性固形物含量和果实硬度,保持果实感官品质。

关键词:水果;保鲜;短短芽孢杆菌;高温高湿
中图分类号:Q939 文献标识码:A

Effect of Freshr-keeping Microorganism, *Brevibacillus brevis*, on Retaining Fruit Freshness under High Temperature and Humidity

CHE Jianr-mei[1,2], ZHENG Xue-fang[2], LIN Kang-mei[2], LIU Bo[2]

(1. *Key Laboratory of Biopesticide and Chemical Biology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;* 2. *Agricultural Bioresource Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China*)

Abstract: A Freshr-keeping microorganism, *Brevibacillus brevis*, was isolated from the rhizosphere soil of watermelon and identified by Institute of Microbiology, Chinese Academy of Sciences, which was used for producing the product of "GUO LI XIAN". The effect of "GUO LI XIAN" on preventing the decay of fresh fruits under high temperature and humidity was studied to Taiwan Greenr-jujube, Longan, Watermelon, Apple, Pear and Strawberry. Decay rates of various fruits treated by the product were differed from 32.67% to 72.72% while related control was 100%. Initial decaying observed in fruits was postponed by treatment for about 1 or 2 days. Their weight loss rates were decreased from 1.14% to 24.90% while the control was from 4.8% to 29.63% relatively. Results suggest that the effect of "GUO LI XIAN" on keeping fruit sensory quality was result of inhibiting pathogenic growth and maintaining the total soluble solid.

Key words: Fruits; Freshr-keeping microorganism; *Brevibacillus brevis*; High Temperature and Humidity

随着人民生活水平提高,水果的新鲜和营养价值得到很大的重视,因此对水果保鲜的要求也越来越高。如何延长水果的贮藏时间,保持其品质不变,已成为当前消费者所普遍关心和亟待解决的问题。据调查,我国目前由于保鲜技术问题,致使果品每年损耗率在20%~25%[1]。

目前较先进的保鲜技术主要有临界低温高湿保鲜、低剂量辐射预处理保鲜、高压保鲜、基因工程保鲜、涂膜保鲜和生物保鲜等[1]。化学防腐剂对人体的毒副作用、致癌已让人们意识到它的危险性[2]。物理防腐保鲜方法要求技术性强、设备维修难、成本比较高[3]。生物保鲜物质直接来源于生物体自身组成成分或其代谢产物,具有无味、无毒、安全等特点,此外生物保鲜物质一般都可被生物降解,不会造成二次污染[4-6]。张福星等[7]将多种微

收稿日期:2011-02-09初稿;2011-03-11修改稿
作者简介:车建美(1977-),女,助理研究员,博士研究生,研究方向:生物技术(E-mail:chejm2002@163.com)
通讯作者:刘波(1957-),男,研究员,博士,博导,研究方向:微生物生物技术与农业生物药物(E-mail:liubofaas@163.com)
基金项目:福建省科技计划重点项目(2008I0007);福建省财政专项(STIF-Y03);公益性行业(农业)科研专项(200903034)

生物菌种发酵提取液混合制成生物保鲜液 fb2203, 在常(室)温的条件下对草莓进行了保鲜研究, 发现该保鲜剂较明显地抑制草莓灰霉病等菌的侵染, 减少草莓果实表面失水, 达到保持果实的新鲜感。壳聚糖因其具有良好的成膜性与抑菌作用而应用于果蔬的保鲜[8], 可延缓香蕉[9]、草莓[10]、苹果[11]、猕猴桃[12]、黄瓜[13-14]、芒果[15]的熟化, 达到保鲜的目的。

南方很多水果的采收期正值高温高湿季节, 采收后的果实在高温货架或简易贮藏条件下很快发生果皮失绿及品质劣变现象, 严重影响其商品性和经济价值[16]。另外, 高温高湿条件容易引起水果致腐菌的滋长, 加速水果腐烂, 所以更不易贮藏。目前关于水果保鲜的研究大都在常温条件下进行, 未见在高温高湿条件下进行相关方面的研究。本实验室在进行龙眼保鲜研究过程中, 筛选得到 1 株微生物保鲜菌(其产品命名为"果立鲜"), 该保鲜菌不但对水果致腐菌具有很好的抑制作用, 而且对相关酶活性也具有较好的抑制作用, 为了进一步研究对其他水果的保鲜效果, 本试验在温湿度高于正常水果贮藏条件下, 观察果立鲜对 6 种鲜切水果的保鲜效果, 希望能够为进一步研究微生物保鲜菌对水果保鲜机理提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

水果品种: 龙眼、西瓜、皇冠梨、苹果、草莓和台湾大青枣, 均从超市购买的鲜果。

保鲜功能微生物: 保鲜功能微生物从西瓜根际土壤中分离得到, 经中国科学研究院微生物研究所鉴定为短短芽孢杆菌(*Brevibacillus brevis*), 该菌株由福建省农业科学院农业生物资源所提供并生产出微生物保鲜剂"果立鲜", 孢子含量为 10×10^8 CFU·mL^{-1}, 稀释 50 倍后将其喷施于不同水果上进行保鲜效果观察。

1.2　试验方法

1.2.1　*不同水果处理方法*　将不同种类鲜果按照形状切成小块(草莓和龙眼除外), 增大果实的切口与空气的接触面积, 加速不同水果的腐烂速度。不同水果处理数量: 西瓜处理 14 块, 龙眼处理 1 筐(20 kg), 苹果处理 16 块, 台湾大青枣处理 27 块, 皇冠梨处理 22 块, 草莓处理 18 个。

1.2.2　*果立鲜喷施方法*　处理组采用果立鲜稀释 50 倍喷施, 对照组为无菌水同样处理, 每个处理 3 个重复。稍微晾干后装入聚乙烯塑料筐(长 33 cm × 宽 23 cm)盛放, 用保鲜膜将塑料筐全部密封。

1.2.3　*果实贮藏条件*　利用高温胁迫的方法, 置于温度 35 ℃, 湿度 90% 左右的人工气候箱内进行高温高湿条件下保鲜效果观察。置于高温高湿条件下观察主要是为了加速果实的腐烂, 观察在果实快速腐烂的情况下, 果立鲜对不同鲜切水果的保鲜效果。

1.2.4　*检测指标*

(1) 外观描述: 颜色、褶皱和香气; (2) 腐烂率: 根据不同水果腐烂速度的不同, 在不同时间进行水果腐烂数量的统计。台湾大青枣和草莓在贮藏 4 d 后进行调查; 龙眼在贮藏 5 d 后进行调查; 苹果在贮藏 2 d 后进行调查; 西瓜在贮藏 1 d 后进行调查; 皇冠梨在贮藏 3 d 后进行调查。腐烂率= 腐烂果实数/总果实数× 100%; (3) 失重率: 根据水果腐烂程度的不同, 测定时间有所不同。台湾大青枣和龙眼在贮藏 5 d 后进行测定; 皇冠梨和草莓在贮藏 4 d 后进行测定; 西瓜在贮藏后 2 d 进行测定; 苹果在贮藏 3 d 后进行测定。失重率= [(贮前果实重量- 贮藏末期果实重量)/贮前果实重量] × 100%; (4) 可溶性固形物: 采用日本 ATGO 便携数显折光伏 PAL-1 测定。根据水果腐烂程度和水果本身的性质不同, 测定时间有所不同。西瓜在贮藏 2 d 时测定; 苹果在贮藏 3 d 时测定; 皇冠梨和草莓在贮藏 4 d 后测定; 龙眼在贮藏 5 d 后进行测定; 台湾大青枣由于本身硬度过硬, 未进行测定; (5) 果实硬度测定: 采用 GY-1 型果实硬度计(由牡丹江市机械研究所制造)进行测量。根据果实的硬度不同, 台湾大青枣在贮藏 5 d 时测定; 苹果在贮藏 3 d 后进行测定; 皇冠梨在贮藏 4 d 后进行测定; 其他水果由于果实太软未进行硬度测定。

2　结果与分析

2.1　果立鲜对台湾大青枣的保鲜效果

从外观看, 在高温高湿条件下, 随着保鲜时间的延长, 大青枣颜色从中间开始逐渐变褐、变软, 并开始长有霉菌。随着保鲜时间的延长, 处理组和对照组的腐烂程度均逐渐加深, 对照组腐烂速度明显快于处理组, 在贮藏 4 d 时, 对照组腐烂率为(85.19 ±5.66)%, 并且很多表面长有霉菌, 处理组的腐烂率为(37.03 ±3.70)%, 并且均为轻度腐烂, 只有少数几块表面长有霉菌, 处理组腐烂率显著低于对照组($P<0.05$)。对照组在 5 d 时腐烂率达到 100%, 而处理组在 6 d 时腐烂率达到 100%, 且均为中度腐烂, 如要达到与对照组同样的重度腐

烂度时的时间为保存7 d。处理组比对照组延迟2 d腐烂，说明在高温高湿条件下，果立鲜对台湾大青枣具有一定的保鲜效果。

在保鲜5 d时，果立鲜处理后的台湾大青枣失重率为（3.6±0.25)%，而对照组为（4.8±0.45)%。处理组和对照组的果实硬度也变软，对照组为（6.27±0.82）×10^5 Pa，处理组为（7.10±0.57）×10^5 Pa，处理组的果实比对照组稍微硬些。从失重率和果实硬度上看，2种处理方法之间差异不显著（$P>0.05$）。

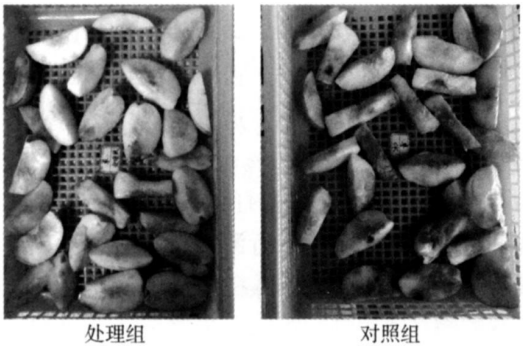

图1 果立鲜对台湾大青枣保鲜效果的比较

Fig 1 Fresh-keeping effect of "Guo Li Xian" to Taiwan green jujube

2.2 果立鲜对西瓜的保鲜效果

从外观看，随着保鲜时间的延长，西瓜逐渐变软，出现大量水渍，对照表面布满白色泡泡，可能是某些细菌在其中发酵产生气体引起的。而处理组则只有1块布满白色泡泡，处理组一直到第6 d才全部布满白色泡泡，在高温高湿条件下，果立鲜对西瓜具有一定的保鲜效果，可能是由于其会抑制某些致腐菌的生长。

在贮藏1 d时，对照组腐烂率达到100%，而处理组腐烂率为（69.05±2.38)%，处理组腐烂率显著低于对照组（$P<0.05$）。在处理2 d时，处理组的失重率更小，为（24.90±0.63)%，而对照组为（29.63±0.83)%；从可溶性固形物（TSS）含量上看，在贮藏2 d后，对照组可溶性固形物为(4.18±0.96)%，处理组为（6.57±0.40)%。

2.3 果立鲜对苹果的保鲜效果

从外观看，随着保鲜时间的延长，苹果颜色上逐渐发生褐变，果实逐渐变软，2 d后对照组全部腐烂，气味酸臭，并且有的表面长有霉菌，而处理组腐烂率为（37.50±3.61)%，处理组在3 d时才全部腐烂，腐烂进程比对照推迟1 d，说明在高温高湿条件下，果立鲜对苹果具有一定的保鲜效果

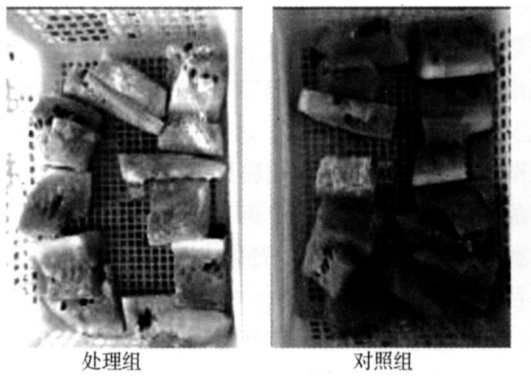

图2 果立鲜对西瓜保鲜效果的比较

Fig 2 Fresh-keeping effect of "Guo Li Xian" to watermelon

($P<0.05$)。在贮藏3 d后处理组的失重率为(2.90±0.36)%，而对照组只有（3.54±0.50)%；从可溶性固形物（TSS）含量上看，处理组更好，为（11.80±1.01)%；从果实硬度看，对照组和处理组相差不大，在贮藏3 d后，分别为（6.91±0.42）×10^5 Pa和（7.10±0.37）×10^5 Pa，对照组稍软一些。

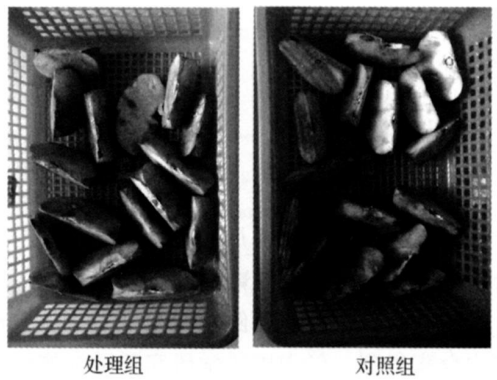

图3 果立鲜对苹果保鲜效果的比较

Fig 3 Fresh-keeping effect of "Guo Li Xian" to apple

2.4 果立鲜对皇冠梨的保鲜效果

从外观看，随着保鲜时间的延长，皇冠梨颜色逐渐变黄，果实表面出现腐烂斑点，并变臭，出现大量水渍，3 d后对照组全部腐烂，而处理组腐烂率为（72.72±2.62)%，处理组在5 d时才100%腐烂，腐烂进程比对照推迟2 d，说明在高温高湿条件下，果立鲜对皇冠梨具有一定的保鲜效果（$P<0.05$）。在贮藏4 d后处理组的失重率为（4.85±0.82)%，而对照组为（10.4±0.34)%，二者差异显著（$P<0.05$）；从可溶性固形物（TSS）含量上看，处理组更好，为（11.45±0.25)%，对照组为（11.08±0.11)%。在贮藏4 d后，对照组的

果实明显变软, 硬度为 (5.67±0.22) ×10^5 Pa, 而处理组果实比对照组硬, 硬度为 (6.13±0.05) ×10^5 Pa。

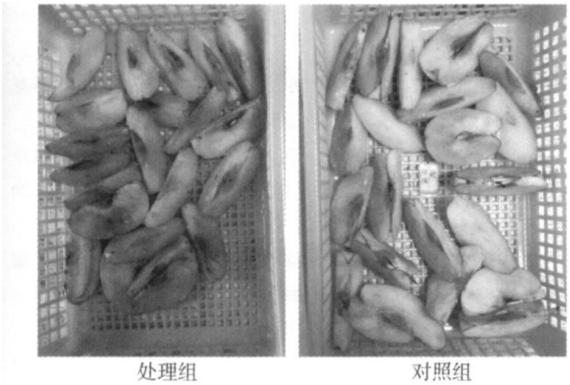

图 4　果立鲜对皇冠梨保鲜效果的比较

Fig 4　Fresh-keeping effect of "Guo Li Xian" to pear

2.5　果立鲜对草莓的保鲜效果

从外观看, 随着保鲜时间的延长, 草莓颜色上逐渐发生褐变, 果实表面出现腐烂斑点, 4 d 后对照组全部腐烂, 而处理组腐烂率为 (11.11±3.21)%, 从腐烂率上看, 二者差异显著 (P < 0.05), 处理组在 6 d 时才 100% 腐烂, 腐烂进程比对照推迟 2 d, 说明在高温高湿条件下, 果立鲜对草莓具有一定的保鲜效果。在贮藏 4 d 后处理组的失重率为 (1.14±0.07)%, 而对照组为 (7.92±0.37)%, 二者失重率差异显著 (P< 0.05); 从可溶性固形物 (TSS) 含量上看, 处理组更好, 为 (7.08±0.45)%, 对照组为 (6.44±0.40)%。

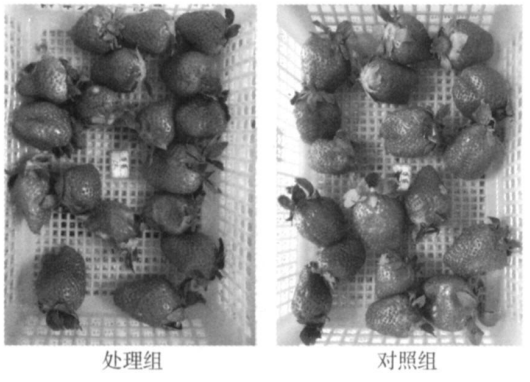

图 5　果立鲜对草莓保鲜效果的比较

Fig 5　Fresh keeping effect of "Guo Li Xian" to strawberry

2.6　果立鲜对龙眼的保鲜效果

贮藏 5 d 后, 果立鲜对"福眼"龙眼的保鲜效果不同。从腐烂率来看, 二者差异显著 (P < 0.05), 对照的最高为 100%, 果立鲜处理的腐烂率低于对照, 为 (32.67±1.20)%。从失重率看, 对照组高于处理组, 为 (24±2.10)%, 而处理组为 (18.42±0.6) 6%。果立鲜处理后龙眼果实的可溶性固形物含量与对照相差不大, 说明经过微生物保鲜剂处理后, 果实的品质未发生很大变化。

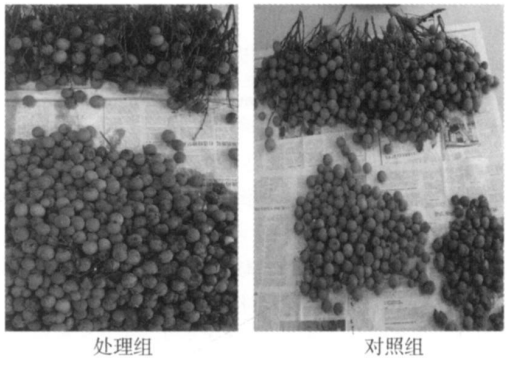

图 6　果立鲜对龙眼保鲜效果的比较

Fig 6　Fresh-keeping effect of "Guo Li Xian" to Longan

3　讨　论

关于水果的保鲜技术有过许多的报道[17-22], 但是, 主要采用物理[19]、化学[22]、生化[21]等方法, 目前有关微生物保鲜剂在水果保鲜上的研究和应用鲜见报道。果立鲜来源于短短芽孢杆菌, 研究结果表明对龙眼、台湾大青枣、西瓜、苹果、皇冠梨和草莓具有一定的保鲜效果, 采用果立鲜喷施台湾大青枣、西瓜和苹果时, 对照组的果实表面均长有霉菌, 但果立鲜喷施的果实表面霉菌很少或者几乎没有, 说明果立鲜可以抑制水果致腐菌的生长。

从水果颜色看, 喷施果立鲜的水果褐变速度变慢, 这很有可能是因为果立鲜可以降低某些氧化酶的活性, 这与在龙眼保鲜过程中所观察到的现象吻合。研究表明, 果立鲜可以防止某些水果果实变软也可能是与抑制相关酶活性有关[23]。关于果立鲜抑制水果相关酶活性的研究将另文报道。

果立鲜对不同水果均具有一定的保鲜效果, 虽然只推迟 1~2 d。本试验是在高温高湿条件下进行的, 并且所采用的试验材料均切成小块, 增大了其腐烂面积, 加速了腐烂速度, 应用高温胁迫和果实切开进行微生物保鲜技术的研究方法, 是一个高效、省时、精准的试验方法。希望通过这个试验为水果保鲜效果的快速检测提供一套方法。

参考文献:

[1] 孔凡真. 国外食品保鲜十项新技术 [J]. 肉品卫生, 2003,

(9): 38-39.
[2] 李京晶, 籍保平, 周峰, 等. 丁香和肉桂挥发油的提取、主要成分测定及其抗菌活性研究[J]. 食品科学, 2006, 27(8): 64-68.
[3] 王海宏, 周慧娟, 乔勇进, 等. 桃贮藏保鲜技术研究现状与发展趋势[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(2): 10-14.
[4] 王曙文, 代永刚, 牛红红, 等. 国内外果蔬生物保鲜技术的研究进展[J]. 农产品加工, 2008, (12): 110-113.
[5] ROLLER S. The quest for natural antimicrobials as novel means of food preservation; status report on a European research project [J]. International Biodeterioration and Biodegradation, 1995, 36(3-4): 333-345.
[6] SCANNELL A G, ROSS R P, HILL C, et al. An efective lacticin biopreservative in fresh pork sausage[J]. J Food Port, 2000, 63(3): 370-375.
[7] 张福星, 蒋炳生. 生物保鲜液膜对草莓常温保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(5): 691-693.
[8] 周静亚, 徐忠传, 马春朋. 壳聚糖在鲜切果蔬保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发. 2009, (10): 130-134.
[9] 李雯, 邵远志, 符青苗, 等. 壳聚糖在香蕉果实贮藏保鲜上的应用效果[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20(6): 1099-1103.
[10] 李凤梅, 周庆新, 李文香, 等. 丁香提取液与壳聚糖复合对草莓保鲜效果的影响[J]. 青岛农业大学学报, 2008, 25(4): 298-300, 306.
[11] 张举印, 饶景萍, 董晓庆, 等. 壳聚糖复合涂膜对红富士苹果保鲜研究[J]. 西北农业学报, 2009, (5): 354-358.
[12] 曾荣, 李平, 陈金印. 天然保鲜剂涂膜处理对猕猴桃果实活性氧代谢的影响[J]. 保鲜与加工, 2005, 5(5): 29-31.
[13] 万惠萍, 叶淑红, 陈丽, 等. 壳聚糖膜在黄瓜保鲜中的应用[J]. 大连工业大学学报, 2008, 27(2): 110-112.
[14] 邓冬梅, 孙宇飞, 肖恒春. 不同放置方式对壳聚糖常温保鲜黄瓜的影响[J]. 广西工学院学报, 2008, 19(1): 67-70.
[15] 高兆银, 胡美姣, 李敏, 等. 壳聚糖涂膜对“台农1号”丰亡果保鲜效果研究[J]. 中国南方果树, 2007, 36(2): 37-39.
[16] 李国锋, 梁志宏, 冯毓琴, 等. 模拟高温货架条件下早酥梨涂蜡的保鲜效果[J]. 甘肃农业科技, 2009, (9): 12-14.
[17] 王则金, 苏大庆, 杨艳芬, 等. 生物抑制剂处理结合低温冷藏对龙岩保鲜质量的影响[J]. 中国农学通报, 2004, 20(6): 43-46, 119.
[18] 赖建, 尹智华, 张渭. 木霉制剂协同骤冷处理对番茄的贮藏保鲜效果[J]. 山地农业生物学报, 2000, 19(4): 276-279.
[19] 张辉玲, 胡位荣, 庞学群, 等. 冰温与SO_2缓释剂对龙眼贮藏的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1325-1328.
[20] 张丽霞, 黄开红, 周剑忠, 等. 枯草芽孢杆菌FR4对采后草莓的保鲜效果[J]. 江西农业学报, 2009, 21(9): 124-127.
[21] 李雯, 邵远志, 符青苗, 等. 壳聚糖在香蕉果实贮藏保鲜上的应用效果[J]. 天然产物研究与开发, 2008, 20: 1099-1103.
[22] 庞学群, 张辉玲, 龚家贱, 等. 分阶段SO_2缓释剂处理结合冰温对龙岩贮藏效果的影响[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(3): 11-14.
[23] 车建美, 付萍, 刘波, 等. 保鲜功能微生物FJAT-0809-GLX对龙眼保鲜特性的研究[J]. 热带作物学报, 2010, 31(9): 1632-1640.

(责任编辑: 柯文辉)