

# 草本植物提取物在果蔬贮藏中的研究进展

马丽娜<sup>1,2</sup>, 胡军华<sup>1</sup>, 雷慧德<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院 柑桔研究所 国家柑桔工程研究中心, 重庆 400712; 2. 西南大学 植物保护学院, 重庆 400716)

**摘要:** 我国果蔬保鲜长期依赖化学保鲜剂, 但随着使用次数的增加, 抗药性及对人类健康危害的问题日益突出。草本植物的提取物绿色、环保, 成为近些年保鲜剂开发的热点。论述了保鲜剂开发中的植物资源、提取方法、杀菌原理及其应用进展, 指出了开发过程中将面临的问题及其发展前景。

**关键词:** 保鲜剂; 草本植物提取物; 果蔬

中图分类号: TQ455 文献标志码: A 文章编号: 1006-0413(2009)04-0239-03

## Research for Herbal Preservation in Fruit and Vegetable Storage Disease

MALi-na<sup>1,2</sup>, HUJun-hua<sup>1</sup>, LEIHui-de<sup>1</sup>

(1. Citrus Research Institute Chinese Academy of Agricultural Sciences, National Engineering Research Center for Citrus, Chongqing 400712, China; 2. College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** Our country depends on long-term chemical preservation worked out in fruits and vegetables fresh. However, in recent years, the problem of resistance and human healthy have been concerned with the increasing of repeat use. The progress in research and development of the screening of botanical antifungal, including plant resources, extraction methods, action mechanism of the fungal and application progress have been introduced. New research field of botanical fungal is discussed, along with the prospects of natural preservation.

**Key words:** preservation; herbal plant extract; fruit and vegetable

我国疆域辽阔, 气候多样, 果品蔬菜的品种丰富, 为出口创汇提供了有力的契机。但果品在贮藏中易受病原菌的侵染, 造成果品变色变味及病菌引起人类的皮肤过敏。果蔬腐烂变质受以下3个因素影响: 果品品质、运输过程中的机械损伤、贮藏期间病原菌的侵染。这3个条件相互影响, 前2个条件属于人为不可控制因素, 主要对第3个因素也是其中最重要的因素进行研究。引起柑橘果实采后腐烂的病原菌主要是真菌, 常见的真菌为青霉属(*Penicilium italicum*)、绿霉属(*Penicilium digitatum*)、链格孢属(*Alternaria citri*)、疫霉属(*Phytophthora citrophthora*)、橙酸腐卵形孢菌(*Oospora citri-aurantii*)、胶孢炭疽菌(*Colletorichum gloeosporioides*)。

目前果蔬贮藏普遍方法是采收后24 h内将果品涂抹保鲜剂, 再低温贮藏。而保鲜剂的品种主要是咪鲜胺等化学药剂, 或者是苯甲酸、山梨酸及其盐类、对羟基苯甲酸酯等化学物质。这些物质大多为化学合成, 在食用果蔬时入口的残留量大, 长期摄入具有致癌作用。因此呼吁有一种更绿色、高效的保鲜剂来取代它们。草本植物因其从药用中药或日常生活中的调味料中获得, 安全性较高。且不破坏环境、残留少、选择性强、不杀伤天敌、病原菌难以产生抗药性。开发植物源保鲜剂对于农产品的

可持续发展, 具有及其重要的现实意义。本文将从几个方面对其开发过程分类阐述。

### 1 对果蔬采后病原菌有抑制作用的植物资源

我国的中草药资源大约有5000多种<sup>[1]</sup>。目前应用于杀菌剂研究的植物主要为天然香辛料和食用中草药, 或其基原植物。熊运海选用10种具有杀菌作用的中草药处理番茄果实, 结果表明: 在供试的10种中草药中, 大黄、黄芩、青蒿、大茴香、白鲜皮、藿香、栀子可不同程度地改善番茄贮藏品质, 提高商品率, 尤其是青蒿和栀子2种中草药对番茄的贮藏保鲜效应较好, 优于和类似于生产上广泛使用的杀菌剂多菌灵, 具有保鲜番茄的开发价值<sup>[2]</sup>。冯骏涛、李玉平、邵红军等对西北地区多种植物样品的抑菌效果试验中发现菊科、豆科的植物具有很高的杀菌效应<sup>[3-5]</sup>。郭春新对32种植物进行的活性筛选中发现伞形科植物也有很高的抑菌活性<sup>[6]</sup>。但这些提取液抑制效果主要是从当地危害较大的几种病原菌上测得, 很少应用到果蔬的采后病害。

还有很多研究证实包括芸香科的柠檬、柑橘类, 樟科, 樟科的肉桂, 桃金娘科的丁香, 唇形科的百里香、迷迭香、薄荷等, 百合科的洋葱、大蒜, 姜科的姜, 肉豆蔻科的肉豆蔻, 胡椒科的胡椒、花椒, 茄科的辣椒等, 禾本

收稿日期: 2008-11-15 修返日期: 2009-02-25

基金项目: “十一·五”国家科技支撑计划项目“新型保鲜剂的研发和应用技术”(2006BAD22B03-B4) 重庆市自然科学基金“草本植物提取物对柑桔贮藏期病原菌抑制作用的研究”(CSTC 2008BB1272)

作者简介: 马丽娜(1983—), 在读硕士, 从事天然产物农药研究。E-mail: mlxndx@126.com。

通讯作者: 胡军华, 女, 副研究员, 从事天然产物农药的研究。E-mail: huzi862002@126.com。

科的香草等,毛茛科的黄连,伞形科的川芎、白芷、八角茴香,豆科的苦参,菊科的青蒿、茵陈、苍耳,木兰科的厚朴等都有很好的抑菌效果<sup>[3,7-15]</sup>。

## 2 实验方法

从植物中寻找活性物质的关键是有有效成分的提取方法和生物测定方法的选择。一般主要是采用平行提取法和系统提取法两者相结合的方法进行提取,可以相对避免因不同活性物质的极性不同引起的“漏筛”现象。提取方法主要是冷浸提取法、索氏提取法、超声波提取法、微波提取法、高效液相色谱提取等方法。冷浸提取法主要用于样本较多且处理量较大时,而后4种提取法主要用于具有特殊活性物质的跟踪或者较少量物质的初筛实验。微波提取法和超声波提取法都是近些年逐渐兴起的一种高效、快速的提取方法,操作简便。有些研究人员用微波率改进的回流提取装置,同普通的回流相比提高了近25%。但是对于物质中糖类性质易变化物质的影响尚未有深入研究。高效液相色谱的提取速度较前4种方法对样品的纯度要求较高,在需大量获得成分时还不适用。提取剂主要是甲醇、乙醇、石油醚等化学药剂随极性递减的原理来逐步提取活性物质,但其中的氯仿、乙醚等毒性较大,尽量少用或用其他物质代替。

在天然抑菌活性筛选方面,生物测定方法选择直接关系到能否发现并保证不漏筛活性物质,目前常用的杀菌剂生物测定方法有离体法、组织法和盆栽法,这些方法在活性筛选中各有利弊<sup>[16-17]</sup>。生物活化作用是天然化合物的一种重要作用方式,即离体无效而活体有效,因而在离体测定中这类活性化合物易被漏筛,应将3种方法有机结合<sup>[5]</sup>。

## 3 植物中有效的抑菌成分与抑菌原理

抗菌物质的活性与其结构有着密切的关系,尤其是活性物质结构中的官能团、衍生或嵌入的各类基团等,都是其攻击穿透病原物细胞膜的重要因素。目前研究较多集中在精油、生物碱两类当中,这是按照我国研究人员分类的普遍方法进行的,由于年代等因素活性成分的分类有交叉重叠的地方,例如将活性物质分为脂肪族化合物、芳香族化合物等几大类,在化学基础知识讲解过程中这样易于接受,但在研究机理时会引起不必要的混淆。笔者认为应该对这些物质按其作用的官能团等化学性质进行系统分类,便于进一步的研究。例如Schmitz的化学结构标准,将各类成分按照官能团所引起的效应分为聚酮化合物、萜类、含氮或者多糖类化合物<sup>[18]</sup>,可以借鉴。

醛类、醇酚类等挥发性物质是研究较多的活性成分,它们常以挥发油的形式存在。0.4%和0.5%的山苍子、肉桂、丁香精油可完全抑制黄曲霉、毛霉、青霉等8种霉菌

的生长,同等条件下苯甲酸钠几乎无效<sup>[19]</sup>。生姜油树脂对真菌的抑制作用明显强于食品常用防腐剂山梨酸钾,其MIC值分别为柑橘青霉菌3.91 g/L,酿酒酵母菌7.8 g/L,金黄色葡萄球菌15.63 g/L,大肠杆菌62.50 g/L<sup>[20]</sup>。Wilson等研究了龙艾、香旱芹、多香果、红百里香、罗勒、薄荷、冬青、香荆芥酚、扁柏油酚等7种精油或成分对灰霉菌的抑制效应,结果表明香旱芹、多香果、红百里香抑菌效果最好,0.1%(体积分数)可完全抑制灰霉菌孢子萌发<sup>[21]</sup>。

黄酮类物质具有一定的清除氧化的自由基而具有抗氧化作用,在防腐中也广泛使用。Negi等通过对离体模型(清除DPPH自由基和脂质体模型系统)发现沙棘用甲醇萃取剂的提取物具最高的抗氧化活性、有最高的抗菌活性<sup>[22]</sup>。张赟彬等通过对荷叶乙醇提取物的定性鉴定,显示提取物中主要含有黄酮类化合物,可以显著地消除体外过氧化氢自由基,有较强的还原能力,可以明显地延缓油脂的自动氧化过程,而且随着提取物浓度的增加,提取物的抗氧化性会随之增强<sup>[23]</sup>。王开金等通过对外来植物加拿大一枝黄花中黄酮类成分进行研究,从加拿大一枝黄花的甲醇提取物中分离鉴定出9个黄酮类化合物,其中4种为首次从该植物中得到,加拿大一枝黄花中的黄酮类成分具有较强的抗氧化和自由基消除活性,其活性强弱与分子结构相关<sup>[24]</sup>。

生物碱类成分对细菌的抑制研究较多,针对真菌病害的研究还较少。黄连体内小檗碱含量最高,其对柑橘青霉病菌有很强的抑制作用<sup>[25]</sup>。苦豆草的地上部分提取物对杉类炭疽病菌有较强的抑制活性,并鉴定出了具有较强抑菌活性的7种生物碱:槐果碱、苦参碱、槐胺碱、莱曼碱、槐定碱、苦豆碱和野靛碱。

植物提取物内含有特殊的化学物质,通过干扰病原菌的细胞膜机构和代谢过程中的某些酶系来抑制病原物。Helander等<sup>[26]</sup>对植物芳香精油的抗菌性能进行研究,认为其在水相中的溶解度与其有效成分透过细胞而进入菌体的能力有关。而抗菌性则基于抗菌剂在菌体细胞膜双层磷脂中的溶解度,精油的类萜类可降低生物膜的稳定性,从而干扰了能量代谢的酶促反应。他还对40种含萜类的精油做了研究,发现 $5 \times 10^{-3}$  mol/L的所有供试精油能起到抑制电子传递和氧化磷酸化的作用。Helen等<sup>[27]</sup>通过对倍半萜类活性物质的研究,发现萜类在其环上<sup>1</sup>H<sup>13</sup>C上衍生的官能团越复杂,或者衍生基团数量越多,其活性明显小于其上衍生基团为羟基或醛基等较简单的基团。就是说分子在微生物细胞膜间碰撞穿梭过程中,抗菌剂活性中心周围空间位阻愈小,抗菌剂分子加入反应的的概率越大,活性相对增强。所以酚、醛类物质具有较强的抗菌活性。

栗田等对70多种精油成分的化学结构与抗真菌活性的关系进行了研究,总结认为存在以下规律:醛类的电子接

受能力越强,其抗真菌的活性越高; $\alpha$ 、 $\beta$ -不饱和脂肪醛比 $\alpha$ 、 $\beta$ -饱和酮的活性强; $\alpha$ 、 $\beta$ -饱和醛比相应的醇的抗真菌活性低;一元醇比二元醇、三元醇抗真菌活性高;酚、愈创木酚、苯甲醛、苯甲醇等在苯环上引入烷基后,其抗真菌活性增高<sup>[28]</sup>。Katayama和Nagai研究食用香料所含萜类的抗菌物质的化学结构,认为食用香料植物的抗菌活性根据官能团的不同,可按酯、醚、酮、缩醛、丙酯、醇、醛、酸的次序逐渐增大。在同类基团化合物中,脂肪酸的碳原子数9~11个,醛类6~8个,醇类7~10个的化合物显示较强的抗菌活性。而有苯环的酚类抗菌性最强,如丁香酚(丁香、众香子的主要成分)<sup>[7]</sup>。

有关芪类活性物质的聚烯和核苷的研究仍然活跃,脂肽类化合物通过抑制活力细胞壁多聚体,1,3-A-D-葡聚糖的合成,具有广谱抗菌作用。丙氨酸外消旋酶抑制剂,如pradimicin类化合物结合真菌表面甘露糖蛋白中的糖部分,导致细胞内钾离子的渗透和细胞形成的严重改变<sup>[29]</sup>。

#### 4 研究应用

早期的研究应用主要集中于普通的天然植物水提液对水果蔬菜浸蘸后的保鲜效果,中国的学者对中草药的保鲜效果进行了开拓性研究。华中农业大学的章文才在国内首先进行柑橘中草药防腐保鲜试验。用筛选出的高良姜、野菊花、野艾等8%的浸出液浸果,收到了防腐保鲜的效果,开创了柑橘防腐保鲜的新途径<sup>[7]</sup>。

近年来,国内外学者在中草药提取物的应用剂型(集中于熏蒸,与保鲜纸、保鲜膜复合)、活性成分协同增效等方面进行了更多的探索,已取得许多成果。木犀科植物连翘的干燥果实味苦、无毒、性微寒,它的主要成分是连翘酚、甾醇、三萜皂甙、黄酮醇甙等,连翘的95%酒精的提取物,在日本已经大量用作食品的保鲜剂<sup>[30]</sup>。周浩等用添加大黄、白鲜皮、桉叶、知母、茴香、多菌灵的复合涂料处理苹果、梨、蜜橘,以及采用柠檬醛或其前体香叶醇渗入在塑料膜、蜡或包装纸中后包装柑橘果实<sup>[31]</sup>,均具有良好的保鲜效果,可显著延长贮藏期,也证明天然防腐剂完全可替代化学防腐剂用于果蔬保鲜。壳聚糖是近年来公认既具有一定的抑菌作用又具有良好保鲜效果的的果蔬涂膜保鲜剂。研究表明壳聚糖与天然植物提取物对一些病原菌的抑制具有增效作用。0.5 g/L壳聚糖+0.125 g/L百里香酚复合物对金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌等6种菌都有明显的抑制作用,抑菌范围变宽,抑菌时间比单体有不同程度的延长<sup>[32]</sup>。

#### 5 问题与展望

目前已有多种植物提取液成分的果蔬保鲜剂上市并取得了良好的效果。但还存在很多问题:1)生测对象大都是针对食品加工业的细菌等微生物,对致病真菌还没有系统

的研究,且很少涉及活体,应该针对果蔬贮藏的特点系统研究出一种适合于多种果蔬的保鲜剂。在天然产物分离化学中,往往非常重视石油醚、乙酸乙酯、正丁醇等有机溶剂提取物中有效成分的研究,忽视或基本不采用水相浸膏研究,有研究结果表明,剩余水相提取物往往可能存在着一些含量非常少、活性非常强的有效成分,对这一部分的研究应该受到重视。2)目前研究较多的有效成分主要为精油,施用少量则不足以达到效果,而达到有效浓度时气味会对果蔬的风味产生一定的影响,在选择植物种类时可以考虑一些气味较芳香或清淡的,或者在剂型上采用缓释技术等解决。3)普遍采用的是针对病原菌的某种物质,还可以有另一种发展趋势:即针对反应物质,如麦角甾醇是在植物受到侵袭时的激态产物,它的含量可以诱导病原菌改变某些代谢过程或侵染途径,来防治其继续侵入。4)目前对病原菌的侵入过程及相应的酶系变化尚少,成为研究的制肘,应进一步探讨其侵入过程,可以找出快速追踪活性物质的方法。

现代生物学、化学等学科的发展为我国植物源防腐剂的研究提供了新途径,我们应该有理由相信会不断有新的成果出现,为农业的可持续发展做出贡献。

#### 参考文献:

- [1] 李美侠. 植物提取物对水果采后致腐真菌的抑制作用研究(硕士学位论文)[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [2] 熊运海. 不同中草药制剂对番茄保鲜效应研究[J]. 北方园艺, 2007(7): 215-217.
- [3] 冯骏涛, 祝木金, 于平儒, 等. 西北地区植物源杀菌剂初步筛选[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2002, 30(6): 129-137.
- [4] 李玉平, 冯骏涛, 邵红军, 等. 25种菊科植物提取物对3种植物病原菌的药效试验[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(4): 123-126.
- [5] 邵红军, 冯骏涛, 韩静, 等. 32种植物提取物的离体抑菌活性测定[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(6): 59-63.
- [6] 郭新春. 38种中药提取物对4种植物病原菌抑制活性的初步研究(硕士学位论文)[D]. 长春: 东北师范大学, 2006: 5.
- [7] 关文强, 李淑芬. 天然植物提取物在果蔬保鲜中的应用研究进展[J]. 农业工程学报, 2006(22): 200-204.
- [8] 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.
- [9] NILSEN P V, RIOS R. Inhibition of Fungal Growth on Bread by Volatile Components from Spices and Herbs, and the Possible Application in Active Packing, Its Special Emphasis on Mustard Essential Oil[J]. International Journal of Food Microbiology, 2000, 60: 219-229.
- [10] SALEEM Z M, AL-DELAIMY K S. Inhibition of *Bacillus cereus* by Garlic Extracts[J]. Journal of Food Protection, 1982, 45: 1007-1009.
- [11] SHELEF L A, NAGLIK O A, BOGEN D W. Sensitivity of Some Common Food-borne Bacteria to the Spices Sage, Rosemary, and Allspice[J]. Journal of Food Science, 1980, 45: 1042-1044.

(下转第264页)

触杀活性和萃取率 发现石油醚萃取物对小菜蛾的活性最高(97.95%)且萃取产率(32.9%)也最多。对石油醚萃取物通过多级柱层析分离并进行活性跟踪,发现T-2的活性较好,对其进行GC-MS分析检测,得知含量最多的物质为脂肪酸酯类和甾体类。

#### 参考文献:

- [1] TALEKAR N S, SHELTON A M. Biology and Management of the Diamondback Moth[J]. Annual Review Entomology, 1993, 38: 275-301.
- [2] 郝乃斌, 戈巧英. 中国植物源杀虫剂的发展和应[J]. 植物学通报, 1999, 16(5): 495-503.
- [3] 侯太平. 植物源杀虫剂的研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2006, 8(6): 12-16.
- [4] DEIDRE S C, RAMI K W, MARCEL D. Impact of Botanical Extracts Derived from *Melia Azedarach* and *Azadirachta Indica* on Populations of *Plutella xylostella* and Its Natural Enemies[J]. Biological Control, 2006, 39: 105-114.
- [5] AYALEW G. Comparison of Yield Loss on Cabbage from Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) Using Two Insecticides[J]. Crop Protection, 2006, 25: 915-919.
- [6] MAZLAN N, MUMFORD J. Insecticide Use in Cabbage Pest Management in the Cameron Highlands, Malaysia[J]. Crop Protection, 2005, 24: 31-39.
- [7] ZHANG Ru-song, YE Yi-ping, SHEN Yue-mao, et al. Two New Cytotoxic C-21 Steroidal Glycosides from the Root of *Cynanchum Auriculatum*[J]. Tetrahedron, 2000, 56: 3875-3879.
- [8] 王冬艳, 张洪泉, 李心. 白首乌C-21甾体苷诱导肝癌细胞凋亡的作用及其机制[J]. 药学报, 2007, 42(4): 366-370.
- [9] AN Tian-ying, HUANG Run-qiu, YANG Zhao. Alkaloids from *Cynanchum Komarovii* with Inhibitory Activity against the Tobacco Mosaic Virus[J]. Phytochemistry, 2001, 58: 1267-1269.
- [10] 崔德君, 赵善欢, 刘新清. 万寿菊粗提物对小菜蛾的产卵忌避作用[J]. 农药, 1998, 37(6): 31-35.
- [11] 杨德良. 10种药剂对小菜蛾的防治效果[J]. 农药, 1999, 38(6): 22-24.
- [12] 周真, 陈洋江, 袁保彪. 不同种类杀虫剂防治小菜蛾田间药效评价[J]. 农药, 1999, 38(2): 22-23.
- [13] 蔡霞, 施祖华, 施英利. 水葫芦乙醇提取物对小菜蛾幼虫的生物活性[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2005, 31(5): 567-571.
- [14] 徐红星, 余晓平, 陈建明. 雷公藤提取物对小菜蛾的生物活性[J]. 浙江农业学报, 2003, 15(2): 83-86.
- [15] SMITH P A, STEWART J, FYFE L. Antimicrobial Properties of Plants Essential Oils and Essences against Important Foodborne Pathogens[J]. Letters in Applied Microbiology, 1998, 26: 118-122.
- [16] TASSOU C, KOUTSOUMANIS K, NYCHAS G J E. Inhibition of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* in Nutrient Broth by Mint Essential Oil[J]. Food Research International, 2000, 33: 273-280.
- [17] VALERO M, SALMEROJ M C. Antibacterial Activity of 11 Essential Oils against *Bacillus cereus* in Tyndallized Carrot Broth[J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 85: 73-81.
- [18] WONG P Y Y, KITTS D D. The Effects of Herbal Pre-seasoning on Microbial and Oxidative Changes in Irradiated Beef Steaks[J]. Food Chemistry, 2002, 76: 197-205.
- [19] 倪长春, 沈宙, 顾必文, 等. 杀菌剂生物活性筛选离体活体兼顾的重要性[J]. 浙江化工, 2000, 31: 61-64.
- [20] 张穗. 杀菌剂生物测定技术[J]. 植物保护, 1995, 25(3): 35-37.
- [21] SCHMITZ F J, BOWDEN B F, TOTH S I. Antitumor and Cytotoxic Compounds from Marine Organisms[M]//FENICAL W, JENSEN P R, ATTAWAY DH. Marine Biotechnology I, Pharmaceutical and Bioactive Natural Products, New York: Plenum Press, 1993: 197-308.
- [22] 袁萍, 王国亮, 龚复俊, 等. 3种植物精油对霉菌的抑制作用[J]. 武汉植物学研究, 2001, 19(6): 521-523.
- [23] 陈燕, 周希贵, 李淑燕, 等. 生姜油树脂的抗菌性研究[J]. 食品与发酵工业, 2001, 27(4): 30-34.
- [24] WILSON C L, WISNIEWSKI M E, GHOUTH EI A, et al. Synergistic Combinations of Natural Compounds that Control Decay of Fruits and Vegetables and Reduce Contamination by Foodborne Human Pathogens: US, 20030113421[P]. 2003-01-13.
- [25] NEGI P S, CHAUHAN A S, SADIA G A, et al. 不同沙棘籽提取物的抗氧化和抗菌活性研究[J]. 国际沙棘研究与开发, 2006, 1(4): 1-6.
- [26] 张赧彬, 李彩侠. 荷叶乙醇提取物的抗氧化与抑菌作用研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(10): 21-24.
- [27] 王开金, 陈列忠, 李宁, 等. 加拿大一枝黄花黄酮类成分及抗氧化与自由基消除活性的研究[J]. 中国药理学杂志, 2006, 41(7): 493-497.
- [28] 朱振东, 周茂繁, 卫斗扬. 黄连生物碱对植物病原真菌抑菌作用及其应用的初步研究[J]. 华中农业大学学报, 1991, 10(4): 342-346.
- [29] HELANDER I M, ALAKOMI H L, LATVA-KALA K, et al. Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-negative Bacteria[J]. J Agric Food Chem, 1998(46): 3590-3595.
- [30] HELEN S, DIAMANTO L. Sesquiterpene Lactones from *Centaurea thessala* and *Centaurea attica* Antifungal Activity[J]. Phytochemistry, 2000(55): 903-908.
- [31] 王若峰, 宁正祥, 谭龙飞. 食品防腐剂研究进展述评[J]. 广州食品工业科技, 1995(11): 5-10.
- [32] 郝小江, 沈月毛. 我国未来的天然药物研究[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2000: 85-89.
- [33] 杜传来, 王佳红. 天然果蔬保鲜剂的研究与应用[J]. 食品工业科技, 2004, 25(5): 135-138.
- [34] 周浩, 哈成勇. 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.
- [35] 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.

责任编辑:李新

责任编辑:赵平

#### (上接第241页)