

# 山豆根、肉豆蔻及其复合提取液 对西兰花保鲜效果的影响

孙树杰, 谢小雷, 李文香, 王丽娇, 张圣杰

(青岛农业大学食品科学与工程学院, 青岛市现代农业质量与安全工程重点实验室, 山东青岛 266109)

**摘要:** 分别配制料液比为 1:10 (*m/V*) 的山豆根、肉豆蔻及其复合提取液, 对西兰花浸泡处理 15 min, 以蒸馏水为对照, 自然风晾干, 然后在温度为  $(3\pm 1)$  °C 条件下贮藏, 研究 3 种不同提取液处理对西兰花生理生化变化的影响。结果表明: 与对照相比, 3 种保鲜处理均可在不同程度上延缓西兰花感官品质的下降, 抑制西兰花呼吸强度和质量损失率, 减缓可溶性蛋白质、可滴定酸、Vc 及叶绿素含量的降解, 改善细胞膜渗透率, 减少丙二醛的积累。其中料液比为 1:10 的山豆根提取液保鲜效果最佳, 各项指标均显著优于对照 ( $P<0.05$ )。

**关键词:** 山豆根; 肉豆蔻; 提取液; 西兰花; 保鲜

文章编号: 1673-9078(2013)2-256-260

## Effects of Radix Sophorae Subprostratae, Myristica Fragrans and its Complex Extract on the Fresh-keeping of Broccoli

SUN Shu-jie, XIE Xiao-lei, LI Wen-xiang, WANG Li-jiao, ZHANG Sheng-jie

(School of Food Science and Engineering, Qingdao Agricultural University; Key Laboratory of Modern Agricultural Quality and Safety Engineering of Qingdao, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** The extract of radix sophorae subprostratae, myristica fragrans and its complex extract were prepared. The material liquid ratio was 1:10 (*m/V*). Broccoli was dipped in these extracts for 15 min, and with the distilled water as a control. Dry in the air. Then these samples were stored at  $(3\pm 1)$  °C. The effects of different treatments on the physiological and biochemical changes of broccoli were investigated. The results showed that any chinese medicinal herb extracts could improve the sensory quality, inhibit the respiratory intensity and weight loss, delay the decline of soluble protein, titratable acidity, vitamin C and chlorophyll contents, improve the cell membrane permeability, and decrease the content of the MDA. The effect of the material liquid ratio of 1:10 radix sophorae subprostratae extract was the best and it could significantly ( $P<0.05$ ) improve the fresh-keeping effects of broccoli compared with the control experiment.

**Key words:** radix sophorae subprostratae; myristica fragrans; extract; broccoli; fresh-keeping

西兰花(*Brassica oleracea* L. var. *Italica*)亦称青花菜、绿菜花, 属十字花科芸苔属甘蓝变种。西兰花富含多种营养及功能成分, 能延缓衰老, 增强人体的免疫力, 并能够预防和抵御肿瘤的效果<sup>[1~2]</sup>。西兰花属于呼吸跃变型蔬菜, 呼吸旺盛, 常温下叶绿素迅速降解, 花球极易黄化变质, 但在低温贮藏过程中叶绿素降解受到很好的抑制, 而微生物的繁殖是西兰花采后损失的主要原因之一, 严重影响西兰花的商品价值<sup>[3~4]</sup>。近年来人们利用化学防腐保鲜剂对西兰花进行保鲜处

收稿日: 2012-10-15

基金项目: 山东省自然科学基金(ZR2011CL009); 青岛农业大学高层次人才启动基金(630639)

作者简介: 孙树杰(1987-), 男, 在读研究生, 生鲜食品保鲜及加工

通讯作者: 李文香(1963-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 农产品贮藏加工

理, 效果显著, 但有些化学防腐保鲜剂对人体造成较大的危害, 甚至可致癌、致畸、致突变<sup>[5]</sup>。伴随着人们对绿色有机食品的渴求, 为寻求安全无毒的果蔬保鲜替代品, 植物源天然保鲜剂越来越受到人们的关注。

中草药的抑菌及药效作用早已广泛应用于医药行业, 同时, 也有很多研究已证实了中草药提取物的杀菌成分对果蔬的防腐保鲜具有良好的效果, 如丁香、高良姜、甘草、大黄等<sup>[6~8]</sup>。为寻求抑菌效果好、对果蔬色泽影响小、无异味的天然中草药保鲜剂, 本实验在前期针对西兰花采后致腐病原菌做了大量抑菌试验的研究, 筛选出 2 种抑菌效果较好的中草药—山豆根和肉豆蔻。山豆根中含有生物碱、山豆根多糖及黄酮<sup>[9]</sup>等物质, 据文献报道, 山豆根提取液对多种病菌具有很好的体外抑菌作用<sup>[10]</sup>。肉豆蔻主要含有肉豆蔻精

油、丁香酚<sup>[11]</sup>等物质,对多种病菌具有很好的抑制作用。本实验通过探讨肉豆蔻及山豆根提取液对西兰花保鲜效果的影响,以期中草药提取液在果蔬保鲜中的合理应用提供理论支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

(1) 西兰花:订购于青岛某蔬菜基地,采收时间为前1 d傍晚,预冷。挑选新鲜、无小花开放、无病虫害、无机械损伤、花球大小均匀的西兰花20 kg。去除西兰花花茎上的叶片、切掉老化的花茎,备用。

(2) 山豆根、肉豆蔻:购自青岛某药房,各200 g。

(3) 低密度聚乙烯(LDPE)保鲜袋:规格为0.02 mm×30 cm×40 m,市购。

### 1.2 中草药提取液的制备

(1) 料液比为1:10(m/V)山豆根、肉豆蔻提取液的制备:分别称取山豆根、肉豆蔻各200 g,加1000 mL蒸馏水浸泡过夜,添加5 mL甘油作为乳化剂,加热

至沸腾后文火煎熬20 min,滤出汁液;再向残渣中加1000 mL蒸馏水煮沸20 min,滤出汁液,合并前后2次药液并定容至2000 mL,冷却备用。

(2) 山豆根和肉豆蔻复合提取液的制备:分别量取山豆根和肉豆蔻提取液各700 mL,混匀,冷却备用。

### 1.3 试验设计

将西兰花浸入山豆根、肉豆蔻及其复合提取液中浸泡15 min,以蒸馏水为对照,晾干。把西兰花分别装入保鲜袋中,折口,贴标签后于3±1℃冷库中贮藏,每8 d取样测定保鲜指标。其中感官评价、呼吸强度及质量损失率每次测定均用各处理的全部样品,其余指标则是从每个处理中随机取100 g样品进行测定。重复3次。

### 1.4 指标测定

#### 1.4.1 感官品质评定

采用10分制评分法,对西兰花样品从气味、组织状态、色泽、新鲜度及腐烂率5个方面进行感官评定<sup>[12]</sup>,按5级标准打分,评分标准按表1进行。

表1 感官评定标准(分)

Table 1 The standard of sensory evaluation (score)

感官项目	分级与评分/分				
	2.0	1.5	1.0	0.5	0.0
气味	清香,固有气味	固有气味,无异味	固有气味,轻度异味	无固有气味,有异味	明显腐臭味
组织状态	花球组织致密	花球中心组织致密硬挺	外延稍软、中心组织疏松	花球萎蔫	花球萎蔫进一步加剧
色泽	鲜绿,色泽正常	较绿,色泽较好,无黄化	黄化小于10%,色泽较差	黄化10%~30%,色泽很差	黄化大于30%,无光泽
新鲜度	新鲜,鲜嫩	较新鲜	轻度失水,嫩度较差	不新鲜,有老化出现	不新鲜,老化扩大
腐烂率	无腐烂	小于1%的花蕾出现斑点	1%~5%的花蕾出现腐烂斑点	5%~15%的花蕾出现腐烂斑点	大于15%的花蕾腐烂

注:“%”表示西兰花表面面积比。

### 1.4.2 指标测定

呼吸强度的测定采用静置法在冷库条件下进行<sup>[13]</sup>;定期称量样品质量,计算质量损失率;Vc含量测定采用2,6-二氯酚盐滴定法<sup>[13]</sup>;叶绿素含量的测定采用分光光度法<sup>[13]</sup>;可溶性蛋白质含量的测定采用考马斯亮蓝染色法<sup>[13]</sup>;可滴定酸含量的测定采用酸碱滴定法<sup>[13]</sup>;细胞膜渗透率的测定采用相对电导率法<sup>[13]</sup>;丙二醛含量采用分光光度法<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对西兰花感官品质的影响

从表2可以看出,感官评价分值均随着贮藏时间的延长呈下降趋势,与对照相比,3种保鲜处理均可以较

高的保持西兰花感官评价分值,山豆根及复合2种保鲜处理在贮藏至第48天仍具有良好的商品价值,而对照组(CK)在贮藏至第40天即失去商品价值。

表2 感官评定结果(分)

Table 2 The result of sensory evaluation

处理方式	贮藏时间/d						
	0	8	16	24	32	40	48
山豆根	10 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>
肉豆蔻	10 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	5 <sup>ab</sup>	4 <sup>ab</sup>	2.5 <sup>c</sup>
肉豆蔻+山豆根	10 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	5.5 <sup>ab</sup>	4 <sup>ab</sup>	3 <sup>b</sup>
CK	10 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	5.5 <sup>c</sup>	4 <sup>c</sup>	2.5 <sup>c</sup>	-

注:“-”表示感官分值低于2.5分,失去商品价值。每一列相同字母表示差异不显著(P>0.05)。

## 2.2 不同处理对西兰花呼吸强度的影响

采后西兰花各项生命活动仍继续的进行,呼吸强度的变化是衡量西兰花代谢活动的重要指标。不同处理西兰花呼吸强度的变化如图1所示。

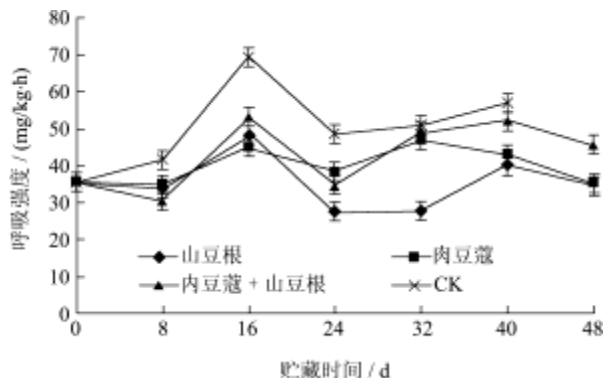


图1 贮藏过程中呼吸强度的变化

Fig.1 Changes of respiratory intensity during storage

由图1可知,不同处理的西兰花呼吸强度大致呈现先升后降的趋势,各处理组在第16天达到呼吸高峰。对照组(CK)在整个贮藏过程中呼吸强度显著( $P<0.05$ )高于其他3种处理组,且呼吸高峰达到了69.35 mg/kg·h,其他3种保鲜处理组呼吸高峰都没有超过55 mg/kg·h。3种保鲜处理组中,山豆根提取液效果显著( $P<0.05$ )优于复合提取液。

## 2.3 不同处理对西兰花质量损失率的影响

采后西兰花花蕾组织幼嫩,贮藏过程中极易失去水分,造成质量损失,影响西兰花的感官品质及商品价值。不同处理对西兰花质量损失率的影响见图2。

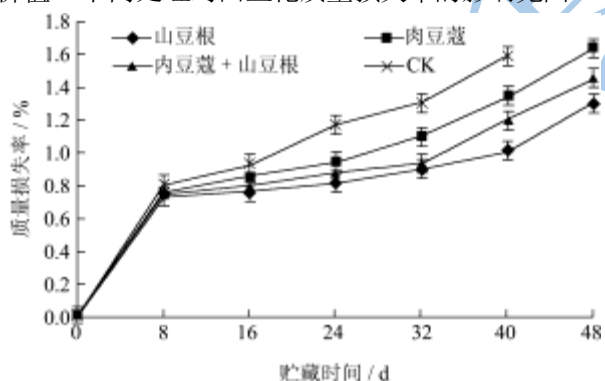


图2 贮藏过程中质量损失率的变化

Fig.2 Changes of weight loss rate during storage

由图2可以看出:不同处理的西兰花在贮藏过程中质量损失率均出现不断上升的趋势,与对照(CK)相比,3种保鲜处理组均能不同程度的延缓西兰花的质量损失率的上升速率,其中山豆根及复合2种保鲜处理能显著( $P<0.05$ )延缓西兰花的质量损失率的上升,山豆根提取液在第40d到48d之间质量损失率仅为1.3%,较好阻止了西兰花水分的散失。

## 2.4 不同处理对西兰花 Vc 含量的影响

西兰花中Vc含量较高,是西兰花中重要营养成分之一,但由于其性质不甚稳定,在贮藏期间较易遭到破坏而损失。不同提取液处理对西兰花Vc含量的影响见图3。

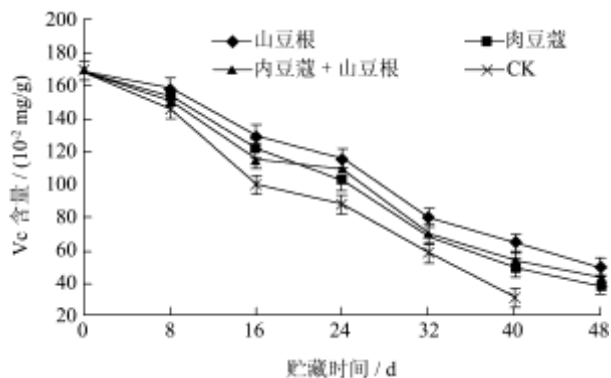


图3 贮藏过程中 Vc 含量的变化

Fig.3 Changes of Vc content during storage

从图3可以看出,随着贮藏时间的延长,不同处理组西兰花Vc含量均呈逐渐下降的趋势。与对照(CK)相比,3种保鲜处理均可显著( $P<0.05$ )抑制西兰花Vc含量的下降速率,其中,山豆根提取液对西兰花的保鲜效果最好。贮藏至第40 d,对照组(CK)西兰花Vc含量仅为贮藏初期的18.4%,失去商品价值,而山豆根、肉豆蔻及其复合提取液则分别是贮藏初期的38.17%、29.34%和31.87%。

## 2.5 不同处理对西兰花叶绿素含量的影响

西兰花花蕾中含有大量的叶绿素,叶绿素含量下降会导致西兰花褪绿黄化,是影响西兰花外观品质的关键<sup>[4]</sup>。不同中草药提取液处理对西兰花叶绿素含量的影响见图4。

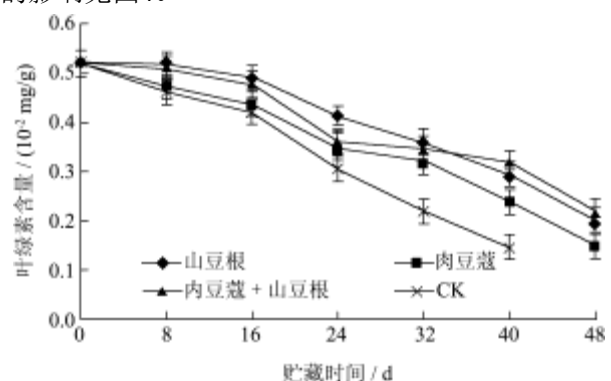


图4 贮藏过程中叶绿素含量的变化

Fig.4 Changes of chlorophyll content during storage

从图4可以看出,随着贮藏时间的延长,不同处理西兰花叶绿素含量均呈逐渐下降的变化趋势。与对照(CK)相比,3种保鲜处理均可显著( $P<0.05$ )延缓西兰花叶绿素含量的下降速率。其中,山豆根提取液对西兰花的保鲜效果最好,贮藏至40 d时叶绿素含量的损失率尚不足50%,而对照组在贮藏至32 d时,其叶绿素



含量的损失率已超过50%。

### 2.6 不同处理对西兰花可溶性蛋白质含量的影响

蛋白质的降解是果蔬组织衰老的重要标志之一，可溶性蛋白质含量可以间接的衡量西兰花体内蛋白质的代谢活动情况。不同中草药提取液处理对西兰花可溶性蛋白含量的影响见图5。

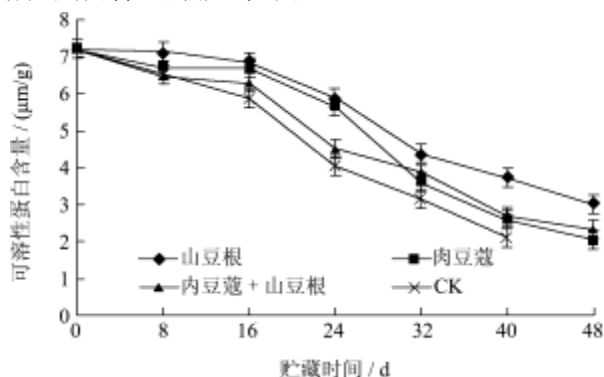


图5 贮藏过程中可溶性蛋白质含量的变化

Fig.5 Changes of soluble protein content during storage

从图5可以看出，随着贮藏时间的延长，不同处理西兰花可溶性蛋白含量均呈逐渐下降的变化趋势。与对照(CK)相比，3种保鲜处理均可在不同程度上延缓西兰花可溶性蛋白质含量的下降速率。其中，山豆根提取液可显著( $P < 0.05$ )延缓西兰花可溶性蛋白质的降解；而肉豆蔻及复合提取液2种处理与对照组相比差异不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.7 不同处理对西兰花可滴定酸(TA)含量的影响

可滴定酸(TA)是果蔬成熟度、特定风味、耐储藏性以及加工性等的重要依据。西兰花采收后贮藏过程中有机酸既可作为呼吸的底物，也可被进行转化。不同中草药提取液处理对西兰花可滴定酸含量的影响见图6。

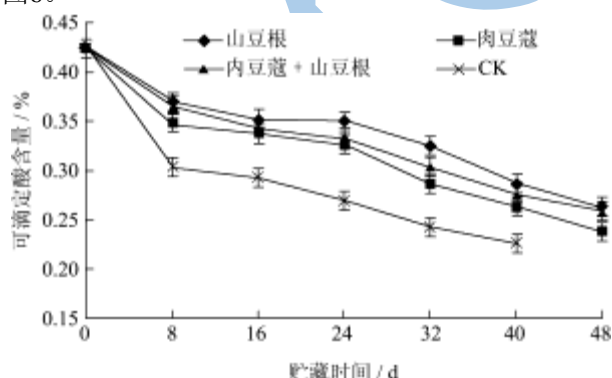


图6 贮藏过程中可滴定酸含量的变化

Fig.6 Changes of total acid content during storage

由图6可以看出，随着贮藏时间的延长，不同处理的西兰花可滴定酸含量均呈下降趋势。与对照(CK)相比，3种保鲜处理均可显著( $P < 0.05$ )抑制西兰花可滴定酸含量的下降速率，其中，山豆根提取液对西兰花的

保鲜效果最好，贮藏48 d后可滴定酸的保持率可达贮藏初期的62.3%。

### 2.8 不同处理对西兰花细胞膜渗透率的影响

细胞膜渗透率可以间接的以组织相对电导率来表示，组织相对电导率越高，说明细胞膜渗透性越大，细胞膜完整性遭到破坏的程度也就越大。不同中草药提取液处理对西兰花细胞膜渗透率的影响见图7。

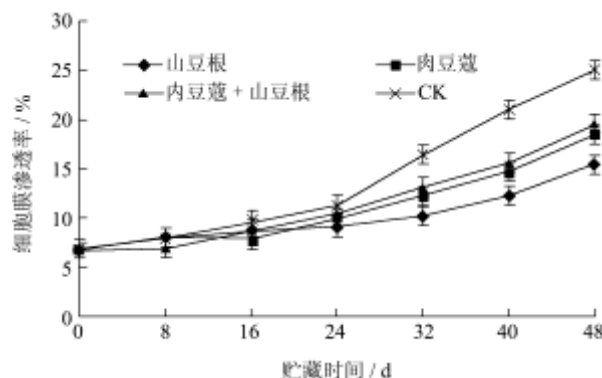


图7 贮藏过程中细胞膜渗透率的变化

Fig.7 Changes of cell membrane permeability during storage

由图7可以看出，随着贮藏时间的延长，不同处理的西兰花细胞膜渗透率均呈上升的趋势，在贮藏前期，各处理差异不明显且变化缓慢，到贮藏后期，各处理差异性较大，对照组(CK)增大较快。与对照(CK)相比，3种保鲜处理均可显著( $P < 0.05$ )延缓西兰花细胞膜渗透率的上升速率。其中，山豆根提取液效果最好，肉豆蔻提取液次之，复合提取液效果最差。

### 2.9 不同处理对西兰花丙二醛(MDA)含量的影响

丙二醛(MDA)含量是膜脂过氧化作用的只要产物之一，MDA含量的高低标志着果蔬氧化产物积累的多少。不同中草药提取液处理对西兰花MDA含量的影响见图8。

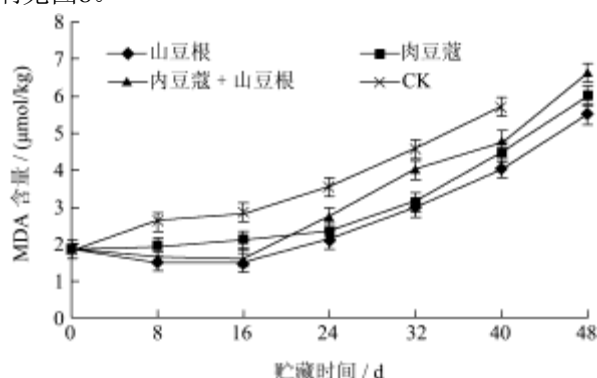


图8 贮藏过程中MDA含量的变化

Fig.8 Changes of MDA content during storage

从图8可以看出，随着贮藏时间的延长，不同处理的西兰花MDA含量均呈逐渐上升的变化趋势。与对照(CK)相比，3种保鲜处理均可显著( $P < 0.05$ )延缓西兰花MDA含量的上升速率，其中，山豆根提取液抑制西兰

花MDA的积累效果最好。

### 3 结论

3.1 利用山豆根、肉豆蔻及其复合提取液处理采后西兰花,均可在不同程度上延缓西兰花感官品质的下降,抑制西兰花呼吸强度和质量损失率,减缓可溶性蛋白质、可滴定酸、Vc及叶绿素含量的降解,改善细胞膜渗透率,减少MDA的积累。其中,料液比为1:10(m/V)的山豆根提取液保鲜效果最佳,各项指标显著优于对照(P<0.05);肉豆蔻提取液在叶绿素含量、质量损失率、叶绿素含量以及MDA含量方面显著优于对照(P<0.05);复合提取液除在可溶性蛋白质、Vc含量与对照差异不显著(P>0.05)外,其他指标均显著(P<0.05)。

3.2 从西兰花采后呼吸强度的变化看出(见图1),在贮藏至第16d时出现呼吸高峰,西兰花体内代谢达到较高水平,之后呼吸强度缓慢下降。观察其他指标的变化发现,可滴定酸在贮藏前16d含量迅速下降,而可溶性蛋白质在贮藏前16d却下降缓慢,贮藏16d之后才出现迅速下降的趋势,这可能是由于在西兰花代谢过程中优先分解消耗可滴定酸等有机酸,当有机酸到达一定的低水平时再启动分解消耗可溶性蛋白质的代谢。通过实验发现,Vc含量在整个贮藏期一直下降迅速,而叶绿素及MDA含量在贮藏初期变化不大,贮藏至16d之后MDA含量迅速上升,叶绿素含量也开始迅速下降。这可能是由于西兰花体内代谢产生的氧化物或自由基优先促使Vc氧化降解,随着Vc含量的下降,西兰花自身的抗氧化能力降低,导致丙二醛含量的积累,从而破坏了叶绿体膜的结构功能,造成叶绿素的快速降解。

3.3 研究认为,山豆根中含有多种生物碱和丁香酚等,在体外抑菌的研究及应用也较多。肉豆蔻精油中含有挥发性油、萜类化合物、多酚类化合物等多达37种成分组成<sup>[15]</sup>,这些物质均有抗菌、防腐及促进伤口愈合等药理作用<sup>[16]</sup>。两种或多种中草药复配,能够起到协同或拮抗的效果<sup>[17]</sup>,本试验中,利用料液比为1:10的山豆根提取液对西兰花保鲜效果最好,而对于复合提取液中2种中草药剂量浓度减半,分别为料液比1:20,如若判定山豆根和肉豆蔻是否产生协同或拮抗效果,还需要增加料液比为1:20的山豆根和肉豆蔻2种提取液作为平行试验。

### 参考文献

[1] QIN Feifei, WANG Chengrong, WANG Ran, et al.

Regulation of endogenous hormones on post-harvest senescence in transgenic broccoli carrying an antisense or a sense BO-ACO<sub>2</sub> gene [J]. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2009, 7(2): 594-598

[2] 沈国华,刘大群,华颖,等.冻干西兰花 HACCP 质量控制体系的构建与应用[J].现代食品科技,2009,25(3):320-323

[3] MA G, WANG R, WANG C R, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on the antioxidant enzymes of broccoli flower buds senescencing during storage[J]. Japan Crop Sci, 2007, 224(9): 274-275

[4] MA Gang, WANG Ran, WANG Chengrong, et al. Effect of 1-methylcyclopropene on expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors in post-harvest broccoli [J]. Plant Growth Regul, 2009, 57(3): 223-232

[5] 孙树杰,韩晓洁,迟瑞莘,等.甘草、高良姜复合提取液对菠菜保鲜效果的研究[J].食品与机械,2012,28(2):203-206

[6] 甄天元,彭晓蓓,李文香,等.丁香提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响[J].食品科学,2011,32(10):279-282

[7] 李炳奇,汪河滨,李红,等.甘草黄酮和甘草酸联合提取溶剂系统的筛选[J].现代食品科技,2005,21(1):6-8

[8] 孙树杰,韩晓洁,李文香,等.甘草、高良姜及其复合提取液对菠菜保鲜效果的研究[J].食品与生物技术学报,2012,31(5): 537-543

[9] 谭成明,房慧伶,胡庭俊.山豆根生物活性成分及药理作用的研究进展[J].广西农业科学,2009,40(11):1494-1497

[10] 杨艾青,艾启俊,张德权,等.几种中草药乙醇提取物对沙门氏菌生长特性曲线的影响[J].中国农学通报,2011,27(14): 73-76

[11] 李奥峰,黄丽,滕建文,等.植物提取物对芒果致病菌的抑制作用研究[J].食品加工科技,2010,31(3):76-79

[12] 孙树杰,王士奎,李文香,等.中草药提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响[J].食品科学,2012,33(6):283-287

[13] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007

[14] Ku V V, Wills RBH, Effect of 1-methylcyclopropene on the storage life of broccoli [J]. Postharv Biol Technol, 1999, 17(2):127-132

[15] 刘霞.柑橘果实采后酸腐病侵染规律及防治技术的研究[D].浙江:浙江大学,2009.5

[16] Bitam F, M Letizia Ciavatta, et al. Chemical characterisation of the terpenoid constituents of the Algerian Plant *Launaea arboreseens* [J]. Phytochemistry, 2008, 69(17): 2984-2992

[17] 董晓菊,宿献贵,李文香,等.中草药提取液对甜樱桃保鲜效果的影响[J].北方园艺,2008(9):202-204