

# 中草药醇提物抑菌筛选及对草莓保鲜效果的研究

李海燕, 李 辉

(沈阳化工大学环境与生物工程学院, 辽宁 沈阳 110142)

**摘 要:** 采用菌丝生长速率法筛选出对草莓采后主要病原菌抑制效果最佳的中草药单剂及复配组合, 并以腐烂率为调查指标, 通过正交试验研究确定复配的最佳保鲜质量浓度配比, 即丁香和蛇床子均为 1g/L、补骨脂 1.5g/L。使用中草药复合保鲜剂、丁香单剂、化学保鲜剂对草莓进行防腐保鲜处理, 调查不同处理对草莓常温贮藏过程中各种保鲜指标的影响。结果表明: 各保鲜剂处理组均能降低草莓贮藏过程中的质量损失率和腐烂率, 减少可溶性固形物及 VC 含量的下降, 且复合中草药处理组的各种保鲜指标均优于丁香单剂和化学防腐保鲜剂多菌灵。

**关键词:** 草莓; 中草药; 复合保鲜剂; 病原真菌

## Screening of Optimal Ethanol Extracts of Chinese Herbal Medicines for Preserving Strawberry and Effectiveness Evaluation

LI Hai-yan, LI Hui

(College of Environmental and Biological Engineering, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China)

**Abstract:** The optimal single and combined ethanol extracts of Chinese herbal medicines inhibiting the main postharvest pathogens of strawberry were screened and the optimal concentrations of three selected ethanol extracts when used combinatorially were determined using orthogonal array design to be 1 g/L for both *Flos Caryophylli* and *Fructus Cnidii* and 1.5 g/L for *Fructus Psoralea*. The fresh-keeping effects of *Flos Caryophylli* ethanol extract, carbendazim as a chemical preservative and the best combination of three selected ethanol extracts on strawberry were compared. The results showed that various preservative groups could the weight loss rate and decay rate of strawberry and reduce the decrease of soluble solid and vitamin C contents. Moreover, the combination of *Flos Caryophylli*, *Fructus Cnidii* and *Fructus Psoralea* was superior to *Flos Caryophylli* and carbendazim in terms of physicochemical properties of treated strawberry.

**Key words:** strawberry; Chinese herbal medicine; complex preservative; pathogenic fungi

中图分类号: TS205.9

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)04-0262-05

草莓皮薄柔嫩多汁, 采后极易受机械伤害, 随后很快腐烂变质, 在常温下只能存放 1~2d。研究发现灰霉、根霉、青霉、炭疽等真菌是导致草莓腐烂的主要病原菌<sup>[1-2]</sup>。目前, 草莓防腐保鲜的主要方法有低温、气调、辐射、超声、保鲜剂处理等<sup>[3-6]</sup>。然而, 在我国目前的农村经济水平下, 果蔬保鲜技术总的来说向两个方面发展: 一是室温保鲜, 二是天然、安全、有效的防腐剂保鲜<sup>[7]</sup>。天然中草药源防腐保鲜剂由于具有操作简便、成本低、污染少、对人体无毒副作用等优点, 逐渐被人们所青睐。

近年来, 研究表明石榴皮<sup>[8]</sup>、丁香<sup>[9]</sup>、银杏叶<sup>[10]</sup>、鹿蹄草<sup>[11]</sup>等中草药提取物单剂对草莓有一定的保鲜效果。另有研究发现, 适宜的植物提取物成分之间存在

抗菌性的协同增效作用<sup>[12-13]</sup>。将提取物复配能够克服或延缓病原菌的抗药性、扩大杀菌范围、提高防腐效果及降低单一防腐剂的使用浓度。因此, 复合型中草药防腐保鲜剂的研究必将成为水果贮藏保鲜的发展方向。

本实验选取 3 种引起草莓采后病害的主要病原菌为靶标菌, 即草莓灰霉病菌、草莓软腐病菌、草莓炭疽病菌, 以前期试验初筛出的 6 种中草药为材料, 进一步筛选出对靶标菌有最佳抑菌效果的中草药, 并在此基础上进行复配用于草莓常温贮藏保鲜, 以求找出延长草莓保质期的办法, 为草莓的保鲜提供一定的借鉴和参考。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

收稿日期: 2011-01-13

基金项目: 辽宁省教育厅高等学校科学研究资助项目(2004F093)

作者简介: 李海燕(1975—), 女, 讲师, 硕士, 研究方向为果蔬采后生理与保鲜技术。E-mail: lihaiyan98@163.com

草莓由沈阳市高花镇夏家村农家提供,品种为“全明星”,采后立即运回实验室,选择新鲜、无病虫害、无机械伤、果形完好,成熟度约7~8成(即3/4果实面积呈红色或粉红色)、单果质量约12~15g的草莓用于试验。

穿心莲、丁香、蛇床子、虎杖、蒲公英、补骨脂均购自辽宁省沈阳市中草药店,60℃烘干,粉碎后过0.425mm孔径筛,置于密封袋中,4℃保存备用;草莓灰霉病菌(*Botrytis cinera*)、草莓软腐病菌(*Rhizopus stolonifer*)、草莓炭疽病菌(*Colletotrichum acutatum*)由沈阳化工大学农药研究室提供。

2,6-二氯酚 美国Sigma公司;乙醇(95%)、葡萄糖、草酸、抗坏血酸均为国产分析纯 国药集团化学试剂有限公司;多菌灵(50%可湿性粉剂) 江苏蓝丰生物化工股份有限公司。

## 1.2 仪器与设备

万能粉碎机 齐家务科学仪器厂;精密电子天平梅特勒-托利多国际股份有限公司;RE52CS型旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂;DZG-6050SA型真空干燥箱 上海森信实验仪器有限公司;净化工作台 苏州净化设备有限公司;LDZX-40BI型立式自动电热压力蒸汽灭菌锅 上海申安医疗器械厂;SPX-250B-Z型生化培养箱 上海博讯实业有限公司医疗设备厂;手持折光仪 杭州汇尔仪器设备有限公司。

## 1.3 方法

### 1.3.1 中草药提取物的制备

取中草药干粉和70%乙醇溶液,质量体积比为1:10(g/mL),于25℃浸提4h,抽滤,滤渣再用70%乙醇重复提取2次,合并滤液,经50℃减压浓缩、真空干燥至质量恒定,再密封、置于4℃冰箱中保存备用。

### 1.3.2 抑菌活性的研究

采用生长速率法测定中草药提取物对病原菌菌丝生长的抑制作用。用70%乙醇将上述中草药提取物充分溶解,制成10mg/mL的母液。将母液加至PDA培养基中,制成终质量浓度0.1mg/mL的含药培养基,倒皿,待冷却后在平板中央分别移入一块培养好的直径为4mm的供试菌菌饼。每个处理重复3次,以加相应量乙醇的PDA培养基作为对照。置于26℃恒温培养,待对照组菌落接近长满平板时,用十字交叉法测量菌落直径,并计算抑菌率。

$$\text{抑菌率}/\% = \frac{\text{对照菌落直径} - \text{处理菌落直径}}{\text{对照菌落直径} - \text{菌饼直径}} \times 100$$

### 1.3.3 中草药复配的试验设计

选取对3种病原真菌有显著抑菌效果的中草药,按

照质量比1:1和1:1:1将它们组合起来,配制成终质量浓度0.1mg/mL的含药培养基,测定复合中草药对3种病原真菌菌丝生长的抑制率。

### 1.3.4 中草药复合保鲜剂最佳浓度的确定

筛选出最佳复合配方后,以腐烂率为调查指标,采用 $L_9(3^3)$ 正交试验的方法(表3),研究丁香、蛇床子、补骨脂这三个因素对草莓常温贮藏4d时腐烂率的影响,确定保鲜剂的最佳浓度配比。

### 1.3.5 保鲜处理

将新鲜草莓果实30个为一组,在不同的保鲜液中浸泡1min,捞出、放入带有软纱网的筛篮中,自然风干后放置于消过毒的一次性敞口塑料盘中,常温(20~25℃,相对湿度40%~65%)贮藏。每处理设3次重复,以不浸果的草莓为空白对照。以0.1%的多菌灵作化学防腐剂对照<sup>[14]</sup>。在整个贮藏期间,定期取出一定数量的样品用来测定其生理指标。

### 1.3.6 保鲜效果指标测定

#### 1.3.6.1 质量损失率

采用称质量法。

$$\text{质量损失率}/\% = \frac{\text{初始草莓质量} - \text{贮藏草莓质量}}{\text{初始草莓质量}} \times 100$$

#### 1.3.6.2 腐烂率

观察记数法,按果实腐烂面积大小,将果实划分为4级<sup>[15]</sup>。

$$\text{腐烂指数}/\% = \Sigma \frac{\text{腐烂级别} \times \text{该级草莓个数}}{\text{最高腐烂级别} \times \text{检测草莓总数}} \times 100$$

式中:0级:无腐烂、无伤害的新鲜草莓;1级:腐烂面积小于草莓面积的10%;2级:腐烂面积占草莓面积10%~30%;3级:腐烂面积大于草莓面积的30%。

#### 1.3.6.3 可溶性固形物

采用手持折光糖度仪测定。

#### 1.3.6.4 VC含量

2,6-二氯酚滴定法<sup>[16]</sup>。

## 1.4 数据处理

实验数据采用DPS软件(7.05版)进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 中草药提取物单剂对3种草莓采后病原菌的抑制作用

采用生长速率法测定了6种中草药提取物对3种草莓病原真菌的抑制活性。由表1可见,在提取物质量浓度0.1mg/mL的条件下,6种中草药中,对3种病原真

菌均表现出不同程度抑制效果的有丁香、蛇床子和补骨脂。其中, 丁香提取物对草莓灰霉病菌菌丝生长的抑制效果最好, 抑制率高达 69.57%, 蛇床子提取物对草莓软腐病菌的抑制活性最强, 抑制率达到 62.33%, 补骨脂提取物对草莓炭疽病菌的抑制作用最好, 抑制率为 32.26%。

表 1 中草药提取物对 3 种草莓病原真菌菌丝生长的抑制作用

Table 1 Individual inhibitory effect of Chinese herbal medicine extracts on mycelial growth of 3 species of pathogenic fungi from strawberry

中草药	抑制率/%		
	草莓灰霉病菌	草莓软腐病菌	草莓炭疽病菌
穿心莲	10.60 ± 0.37 <sup>c</sup>	—	6.03 ± 0.56 <sup>d</sup>
丁香	69.57 ± 0.96 <sup>a</sup>	12.99 ± 1.20 <sup>c</sup>	24.72 ± 0.70 <sup>b</sup>
蛇床子	25.66 ± 0.58 <sup>c</sup>	62.33 ± 1.22 <sup>a</sup>	19.29 ± 0.44 <sup>c</sup>
虎杖	16.38 ± 1.18 <sup>d</sup>	—	5.20 ± 0.65 <sup>d</sup>
蒲公英	9.69 ± 0.32 <sup>c</sup>	—	—
补骨脂	40.68 ± 0.70 <sup>b</sup>	28.55 ± 0.91 <sup>b</sup>	32.26 ± 1.26 <sup>a</sup>

注: “—”表示对菌丝生长无抑制作用; 数据为 3 次重复平均值, 同列数据后标有不同字母者表示在 5% 水平上差异显著(Duncan 法)。

## 2.2 中草药提取物复配对 3 种草莓采后病原菌的抑制作用

从表 2 可看出, 丁香、补骨脂、蛇床子提取物的几种复配组合对 3 种病原真菌的抑制作用存在一定的差异。其中, 3 种中草药复配对草莓灰霉病菌和草莓炭疽病菌抑制的协同增效作用显著, 均高于最高抑制率的单剂(丁香和补骨脂), 抑制率分别达到了 73.49% 和 40.56%。3 种中草药复配对草莓软腐病菌的抑制与最高抑制率的单剂蛇床子相比无显著差异。

表 2 不同中草药复配对 3 种草莓病原真菌的抑制作用

Table 2 Combined inhibitory effect of Chinese herbal medicine extracts on mycelial growth of 3 species of pathogenic fungi from strawberry

中草药	抑制率/%		
	草莓灰霉病菌	草莓软腐病菌	草莓炭疽病菌
丁香+蛇床子	50.65 ± 1.32 <sup>c</sup>	49.13 ± 0.94 <sup>b</sup>	26.08 ± 0.56 <sup>c</sup>
丁香+补骨脂	66.16 ± 0.85 <sup>b</sup>	33.05 ± 1.16 <sup>c</sup>	35.09 ± 0.70 <sup>b</sup>
蛇床子+补骨脂	52.56 ± 0.72 <sup>c</sup>	60.74 ± 1.34 <sup>a</sup>	33.07 ± 0.44 <sup>b</sup>
丁香+蛇床子+补骨脂	73.49 ± 1.06 <sup>a</sup>	58.32 ± 2.16 <sup>a</sup>	40.56 ± 0.65 <sup>a</sup>

注: 中草药提取物的质量比为 1:1 或 1:1:1, 总质量浓度为 0.1mg/mL; 数据为 3 次重复平均值, 同列数据后标有不同字母者表示在 5% 水平上差异显著(Duncan 法)。

## 2.3 中草药复合保鲜剂最佳浓度配比的选择

以腐烂率为指标, 采用  $L_9(3^3)$  正交试验调查了不同质量浓度配比的中草药复合保鲜剂对草莓常温贮藏 4d 的保鲜效果影响。从表 3 极差分析可以看出, 各组分对腐烂率抑制的重要性次序为:  $A > B > C$ , 即丁香 > 蛇床子 > 补骨脂。

由表 4 可知, 三种因素对腐烂率的影响均达到极显著水平。因此, 各因素最佳组合是  $A_2B_2C_3$ , 即丁香和蛇床子提取物的质量浓度均为 1g/L, 补骨脂提取物的质量浓度为 1.5g/L。

表 3 复合保鲜剂浓度配方优选正交试验  $L_9(3^3)$

Table 3  $L_9(3^3)$  orthogonal array design and results for optimization of the combined use of three selected ethanol extracts

试验号	因素			腐烂率/%
	A 丁香提取物/(g/L)	B 蛇床子提取物/(g/L)	C 补骨脂提取物/(g/L)	
1	1 (0.5)	1 (0.5)	1 (0.5)	61.22
2	1	2 (1.0)	2 (1.0)	50.72
3	1	3 (1.5)	3 (1.5)	63.03
4	2 (1.0)	1	2	49.29
5	2	2	3	25.95
6	2	3	1	39.31
7	3 (1.5)	1	3	53.06
8	3	2	1	44.82
9	3	3	2	52.54
$k_1$	58.32	54.52	48.45	
$k_2$	38.18	40.50	50.85	
$k_3$	50.14	51.62	47.34	
$R$	20.14	14.02	3.51	

表 4 方差分析表

Table 4 Analysis of variance for the experimental results of orthogonal array design

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平
丁香提取物	1846.22	2	923.11	232.12	0.0001
蛇床子提取物	986.71	2	493.35	124.06	0.0001
补骨脂提取物	57.69	2	28.85	7.25	0.0049
误差	71.58	18	3.98		

## 2.4 不同保鲜剂处理对草莓保鲜效果的影响

### 2.4.1 不同处理对草莓常温贮藏期间质量损失率的影响

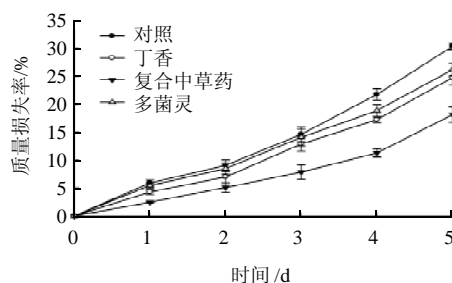


图 1 不同处理对草莓质量损失率的影响

Fig.1 Comparison of the effects of different treatments on weight loss of strawberry

草莓采后的呼吸和蒸腾作用会导致其失水、质量损失, 影响其生理代谢和外观品质<sup>[17]</sup>。从图 1 可以看出,

随着贮藏期的延长,草莓的质量损失率逐渐增大,但整个贮藏期间,丁香单剂和复合中草药处理组的质量损失率与对照相比均有不同程度的降低,其中以复合中草药处理组的质量损失率最低,贮藏5d质量损失率仅为对照的60%。在贮藏的前3d,化学保鲜剂多菌灵处理组的质量损失率与对照之间无显著差异( $P > 0.05$ ),4~5d略低于对照( $P < 0.05$ )。

中草药保鲜剂对水分的保持可能是由于植物提取物对水果呼吸有明显的抑制作用,从而降低了水分的蒸发<sup>[18]</sup>。多菌灵可能是通过抑制有害微生物的损害,减少病理性失水而起作用的。

#### 2.4.2 不同处理对草莓常温贮藏期间腐烂率的影响

果实腐烂率是判断贮藏效果的主要表现指标。草莓在常温贮藏1d后逐渐出现水浸状斑块,随后从斑块处开始腐烂,腐烂率变化见图2。

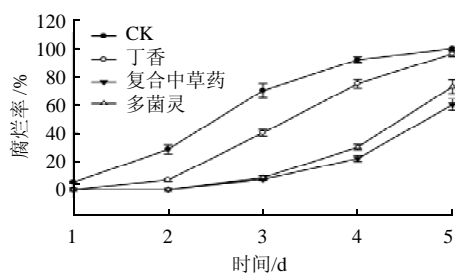


图2 不同处理对草莓腐烂率的影响

Fig.2 Comparison of the effects of different treatments on decay rate of strawberry

由图2可知,贮藏第1天,仅对照组出现了少量的腐烂;第2天对照组腐烂率上升到28.54%,而丁香处理组仅有少量腐烂,复合中草药及多菌灵处理组未见腐烂;随后各处理组的腐烂率逐渐增加且表现出一定的差异,即复合中草药<多菌灵<丁香单剂<对照,其中贮藏的第4天,差异最显著。这说明中草药复合保鲜剂的防腐效果显著,甚至略优于化学保鲜剂多菌灵。

引起草莓腐烂的主要病原菌为霉菌。丁香、补骨脂、蛇床子复配后,对3种主要的草莓病原真菌均表现出显著的抑制作用,故大大降低了腐烂率。

#### 2.4.3 不同处理对草莓常温贮藏期间可溶性固形物的影响

可溶性固形物含量的高低,在一定程度上反映了贮藏过程中果实营养物质保留的多少。如图3所示,草莓中的可溶性固形物含量在贮藏过程中都呈现出先略有上升,然后缓慢下降的趋势,且变化幅度较小。贮藏的第1天,各处理组之间无显著差异( $P > 0.05$ )。但在

2~5d期间,各保鲜剂处理组的可溶性固形物含量均显著高于对照( $P < 0.05$ ),其中以复合中草药处理组的含量最高。这种先上升后下降的变化趋势,可能是由于贮藏早期高分子碳水化合物的水解转化为可溶性糖,而随后可溶性糖由于呼吸作用被不断消耗所致。保鲜剂处理组可能是由于抑制了呼吸和霉变作用,减缓了可溶性固形物含量的降低。

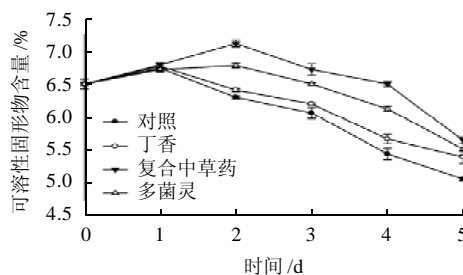


图3 不同处理对草莓可溶性固形物含量的影响

Fig.3 Comparison of the effects of different treatments on soluble solid content of strawberry

#### 2.4.4 不同处理对草莓常温贮藏期间VC含量的影响

草莓果实中的VC含量很高,VC不但是果实营养成分之一,同时也是果实体内消除活性氧的一种重要的抗氧化剂,可延缓果实衰老,在贮藏过程中,VC极易氧化损失,故VC含量是检测草莓保鲜品质的重要指标之一<sup>[19]</sup>。草莓常温贮藏期间VC含量的变化如图4所示,随着贮藏时间的延长,草莓果实的VC含量逐渐下降。在整个贮藏期间,与对照相比,保鲜剂处理组的VC含量下降的比较缓慢,且复合中草药处理组的VC含量一直保持在最高水平,贮藏5d时,草莓中VC含量仍可达到40.26mg/100g。中草药保鲜剂对VC含量的保护作用可能是由于这些植物提取物中含有丰富的抗氧化物质,在贮藏过程中发挥了抗氧化作用<sup>[8]</sup>。多菌灵对VC含量的维持可能是通过抑制真菌病害来实现的<sup>[20]</sup>。

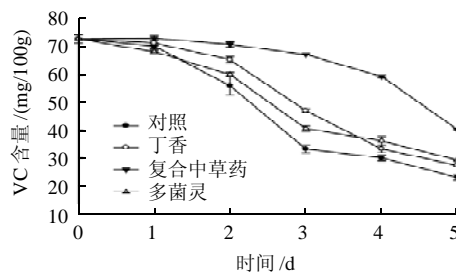


图4 不同处理对草莓VC含量的影响

Fig.4 Comparison of the effects of different treatments on vitamin C content of strawberry

### 3 结 论

丁香、蛇床子、补骨脂提取液对草莓采后常见的3种致病真菌(草莓灰霉病菌、草莓软腐病菌、草莓炭疽病菌)都有显著的抑制作用。在提取物质量浓度0.1mg/mL的条件下,丁香提取物对草莓灰霉病菌菌丝生长的抑制效果最好,抑制率高达69.57%,蛇床子提取物对草莓软腐病菌的抑制活性最强,抑制率达到62.33%,补骨脂提取物对草莓炭疽病菌的抑制作用最好,抑制率为32.26%。

丁香、蛇床子、补骨脂提取液按1:1:1的质量浓度复配后,对草莓灰霉病菌和草莓炭疽病菌的协同增效作用显著,抑制率分别达到了73.49%和40.56%。对草莓软腐病菌的抑制与最高抑制率的单剂蛇床子相比无显著差异。

丁香单剂及丁香、蛇床子、补骨脂复配而成的复合中草药保鲜剂,均能不同程度的降低草莓常温贮藏过程中的质量损失率和腐烂率,减少可溶性固形物及VC含量的下降。且复合中草药保鲜剂的各种保鲜指标均优于丁香单剂和化学防腐保鲜剂多菌灵。

此保鲜剂在抑菌筛选的基础上,对具有不同抑菌优势的三种中草药进行复配,弥补了单一中草药保鲜剂抗菌谱窄、抗菌时效短、抗代谢性能差等缺点,因此,具有更广阔的应用前景。将复合中草药保鲜剂与高黏度的天然成膜剂进一步复合起来,配制成具有良好综合保鲜效果的复合型天然保鲜剂,将成为未来果蔬保鲜的一个发展方向。

### 参考文献:

- [1] GHAOOUTH A E L, ARUL J, PONNAMPALAM R, et al. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries[J]. Food Science, 1991(6): 1618-1620.
- [2] EASTBURN D M, GUBLER W D. Effects of soil moisture and temperature on the survival of *Colletotrichum acutatum*[J]. Plant Disease, 1992, 76(8): 841-842.
- [3] PATRAS A, BRUNTON N P, PIEVE S D, et al. Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2009, 10(3): 308-313.
- [4] CAO Shifeng, HU Zhichao, PANG Bin, et al. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest[J]. Food Control, 2010, 21(4): 529-532.
- [5] ERKAN M, WANG S Y, WANG C Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 48(2): 163-171.
- [6] 乔勇进, 王海宏, 方强, 等. 草莓采后处理及贮藏保鲜的研究进展[J]. 上海农业学报, 2007, 23(1): 109-113.
- [7] 杨文雄, 方政, 冯双庆. 草莓贮藏保鲜技术[J]. 中国食品添加剂, 2006(2): 137-143.
- [8] 张立华, 张元湖, 曹慧, 等. 石榴皮提取液对草莓的保鲜效果[J]. 农业工程学报, 2010, 26(2): 361-365.
- [9] 丛建民. 香辛料在草莓保鲜中的应用研究[J]. 食品科学, 2007, 28(12): 503-506.
- [10] 刘志祥, 韩磊. 植物提取物对草莓保鲜的效果[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(5): 1220-1222.
- [11] 王储炎, 艾启俊, 杜牧英, 等. 鹿蹄草浸提液抑菌活性研究及其在草莓保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2008, 29(1): 325-328.
- [12] 宋晓岗, 陈敏, 吴雅红. 几种中草药及其复合保鲜纸对鸭梨保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 1996, 17(2): 67-69.
- [13] 毛琼, 宋晓岗, 罗宗铭. 中草药提取物保鲜水果的效果研究[J]. 食品科学, 1999, 20(5): 54-56.
- [14] 草莓保鲜剂[EB/OL]. (2005-08)[2010-03-15]. [http://www.hongyuanxinda.com/mainnew/bxj\\_caomei.htm](http://www.hongyuanxinda.com/mainnew/bxj_caomei.htm).
- [15] 郑永华, 苏新国, 矛杭云. 纯氧处理草莓的保鲜效果初探[J]. 南京农业大学学报, 2001, 24(3): 85-88.
- [16] 赵亚华, 高向阳. 生物化学实验技术教程[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000: 199-201.
- [17] 李喜宏, 陈丽. 实用果蔬保鲜技术[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2000.
- [18] 纪淑娟, 隋时. 植物提取物用于果蔬防腐保鲜研究进展[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(3): 126-129.
- [19] 曾文兵, 丁泉水, 林煜. 新型可食性复合涂膜保鲜剂对延长草莓货架期的研究[J]. 食品工业科技, 2005(10): 165-166.
- [20] 甘瑾, 马李一, 张弘, 等. 中草药复合保鲜剂对灵武长枣常温贮藏效果的影响[J]. 食品科学, 2008, 29(7): 607-610.