

中草药提取液对采后西兰花主要致腐菌的抑制作用研究

李文香, 王丽娇, 张圣杰, 孙树杰, 樊铭聪, 寇兴凯

(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: 为探讨中草药提取液对采后西兰花致腐菌芸苔生链格孢菌和核盘菌的抑制效果, 采用生长速率法、滤纸片法对不同中草药提取液的抑菌效果进行对比, 然后利用西兰花活体验证试验做进一步验证, 筛选出抑菌效果较好的中草药种类, 并进一步通过体积浓度梯度稀释法, 对其最小抑菌浓度 (MIC) 和最小杀菌浓度 (MBC) 进行了探讨。结果表明: 不同天然植物提取液对采后西兰花主要致腐微生物链格孢菌和核盘菌均有不同程度的抑制作用, 其中山豆根、肉豆蔻提取液的抑菌效果较强。山豆根、肉豆蔻提取液对链格孢菌的 MIC 均为占培养液体积 (V/V) 的 10%、MBC 分别为占培养液体积 (V/V) 的 20% 和 40%; 山豆根、肉豆蔻提取液对核盘菌的 MIC 分别为占培养液体积 (V/V) 的 20% 和 10%, MBC 分别为占培养液体积 (V/V) 的 40% 和 20%。

关键词: 中草药; 西兰花; 链格孢菌; 核盘菌; 抑制作用

文章编号: 1673-9078(2013)9-2053-2057

Inhibitory Effects of Chinese Herbal Extracts on Postharvest Fungal Rot of Broccoli

LI Wen-xiang, WANG Li-jiao, ZHANG Sheng-jie, SUN Shu-jie, FAN Ming-cong, KOU Xing-kai

(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 inhibition effects of chinese herbal extracts against *Alternaria alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum* causing decay of postharvest broccoli were studied in this paper. The antibacterial effects of different Chinese herbal extracts were compared by growth rate and filter paper methods. Then the living verification test was used on broccoli. The species of Chinese herbal showing good inhibitory effects were selected and their minimal inhibition concentration (MIC) and minimal bactericidal concentration (MBC) were investigated by dilute with grads. The results showed that different natural plant extracts had different inhibitory effects against the microbes in postharvest broccoli. Substrate sophora and myristica fragrans were the better kinds showing inhibitory capability against *Alternaria alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum* among 15 kinds of natural plant material. The MIC of the extracts of *Subprostrate sophora* and myristica fragrans for *Alternaria alternata* were 10% (V/V). And the MBC of *Subprostrate sophora* and myristica fragrans extracts for *Alternaria alternata* were 20% and 40%, respectively. For *Sclerotinia sclerotiorum*, the MIC of subprostrate sophora and myristica fragrans extracts were 20% and 10% (V/V), respectively, and the MBC of subprostrate sophora and myristica fragrans extracts were 40% and 20%, respectively.

Key words: Chinese herbal; broccoli; *alternaria alternata*; *sclerotinia sclerotiorum*; inhibition

西兰花 (Algentem) 又名茎椰菜、青花菜、绿花菜, 是十字花科芸苔属甘蓝种中以绿色花球为产品的一个变种^[1]。西兰花的营养成分含量高且全面, 含有丰富的蛋白质、碳水化合物、Vc、矿物质、胡萝卜素等, 另外西兰花还含有一些生理功能性物质, 如 4-甲

收稿日期: 2013-03-11

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: 李文香 (1963-), 女, 博士, 教授, 研究方向为农产品贮藏

加工

通讯作者: 孙树杰 (1987-), 男, 硕士, 研究方向为农产品贮藏加工
基亚磺酰丁基芥子油苷等。西兰花在贮藏过程中花球容易出现褐色细斑点及腐烂等现象, 其原因是在收获、运输和贮藏过程中易造成微生物的侵染和繁殖, 从而使西兰花腐败变质。西兰花主要的病害有黑斑病、菌核病等。黑斑病又称拟黑斑病, 是由一种属半知菌类真菌类的芸苔生链格孢菌 (*Tenuis*)^[2] 的病原引起, 格孢菌主要是通过产生寄主专一性 AM 毒素 (host-specific AM-toxin) 作用于寄主表面,

先使寄主细胞生长受到影响,进而感病^[3-6]。近年来,黑斑病的发生在我国很多地方都有蔓延和危害加重的趋势。菌核病主要由一种称为核盘菌(*Sclerotinia*)的真菌侵染引起的,菌丝白色,后集结成菌核,菌核呈鼠屎状^[7],是一种宿主广泛的死体型病原真菌,它引起的菌核病在世界范围均有分布,是世界油料作物、蔬菜等分布最广、危害最为严重的病害之一^[8-9]。

中草药是我国传统的医药材料,它作为我国的优势国药,其成分复杂,来源广泛,对人体毒副作用小,且不易产生耐药性,具有广阔的应用前景。据有关文献报道,很多中草药都有抑菌作用,能阻止病原微生物生长,是理想的天然抑菌防腐材料。近年来随着食品安全问题的增多,人们开始追求绿色、环保、无公害的绿色食品^[10]。人们更加关注天然植物源提取液在水果、蔬菜保鲜和防腐方面的应用^[11]。本文主要研究了15种中草药提取液对西兰花2种主要致腐菌的抑菌作用,以及测定其最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC),以期中草药提取物在西兰花保鲜方面的应用提供理论借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

西兰花:订购于青岛城阳果蔬批发市场。挑选新鲜、花球大小均匀(0.5 kg左右)、无小花开放、无病虫害、无机械损伤的西兰花20 kg。

15种中草药:大黄、丁香、甘草、高良姜、桂皮、黄连、连翘、肉豆蔻、蛇床子、山豆根、乌梅、五味子、野菊花、银杏、细辛等各200 g,购自青岛市城阳区同仁堂药店。

菌种:芸苔生链格孢菌(*Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire)、核盘菌(*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary),由腐烂的西兰花上分离获得,已通过菌种常规鉴定^[12],3℃冰箱保藏,备用。

1.2 中草药提取液和菌体培养基的制备

1.2.1 中草药提取液制备

料液比为1:5的中草药提取液:分别将21种中草药各200 g,用500 mL蒸馏水浸泡过夜后,加热煮沸,慢火煎熬30 min,过滤,将滤渣再次加500 mL蒸馏水煮沸10 min,合并所有滤液定容至1000 mL,备用。

1.2.2 培养基的制备

(1) 普通PDA培养基^[13]。

(2) 带药20% (V/V)的PDA培养基:按照中草药提取液用量占培养液体积20%制得带药20%的培养基,分别制备21种中草药培养基,每种中草药制备约100 mL,备用。

(3) 梯度带药PDA培养基:按照中草药提取液用量占培养液体积(V/V)的40%、20%、10%、5%、2.5%制得不同浓度梯度的带药培养基。

1.2.3 带药的滤纸片的制备

将直径为1 cm的滤纸片经121℃、20 min高温灭菌后,分别放在21种中草药提取液中浸泡,取出后烘干,再浸药取出烘干,同一滤纸片浸药3次,备用。

1.2.4 孢子悬液和菌饼柱的制备

用无菌移液管分别取10 mL无菌生理盐水于链格孢菌、核盘菌斜面培养基上,振荡10 min,使孢子分散均匀后,转移至另一无菌试管中,梯度稀释至 $10^5\sim 10^6$ 个/mL,即为待用菌悬液。孢子悬液的计数采用血球计数板法。

选择长势良好的平板培养基链格孢菌和核盘菌,用灭菌的打孔器取直径为7 mm的菌饼柱,备用。

1.3 试验设计

1.3.1 中草药提取液对西兰花主要致腐菌培养皿抑菌试验

(1) 生长速率法

将带药20% (V/V)的21种中草药分别在无菌条件下倒在直径90 mm灭菌的培养皿中,待培养基凝固后,分别在21种带药的培养基中央位置接种7 mm链格孢菌和核盘菌的菌饼柱,以不带菌的培养基柱作为对照。置于28℃恒温培养箱中培养,链格孢菌培养3 d,核盘菌培养2 d,用十字交叉法测定菌落直径大小,计算抑菌率。重复3次。

(2) 滤纸片法

将普通PDA培养基倒在直径90 mm培养皿中,待培养基凝固后,分别在培养基表面接种0.2 mL梯度为 $10^5\sim 10^6$ 个/mL的链格孢菌和核盘菌孢子悬液,涂布,然后在两种不同带菌培养基中央位置分别放置带药的滤纸片,以不带药的滤纸片作为对照。置于28℃恒温培养箱中培养,链格孢菌培养3 d,核盘菌培养2 d,用十字交叉法测定抑菌圈的直径大小。重复3次。

1.3.2 中草药提取液对西兰花主要致腐菌活体抑菌验证试验

采用活体接种菌饼柱法：用 75% 酒精在西兰花表面喷洒消毒，每个西兰花喷洒 10 mL，晾干后用打孔器在西兰花表面打一个 10 mm（直径）×4 mm（深）的伤口，在不同西兰花伤口上分别用 21 种中草药提取液处理，每种药用量 0.5 mL，等到干燥后分别接种链格孢菌和核盘菌菌饼柱，用无菌菌饼柱作为对照，然后用保鲜膜包裹，并在花茎部位用打孔器在保鲜膜上打孔（直径 1 cm）4 个。置于 3℃ 冷库中贮藏，链格孢菌培养 5 d，接种核盘菌培养 4 d，用十字交叉法测病斑直径，计算抑菌率。重复 3 次。

1.3.3 最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)的测定

通过对西兰花采后 2 种主要致腐菌链格孢菌和核盘菌抑菌试验及西兰花活体验证实验，从百部等 21 种中草药中筛选出 2 种抑菌效果最好的中草药，进而测其对链格孢菌和核盘菌的 MIC 和 MBC。重复 3 次。

1.4 测定方法

1.4.1 利用生长速率法测定中草药提取液对西兰花致腐微生物抑制作用试验

参照李美霞的生长速率法：

抑菌率/%=[(对照菌落直径-菌饼直径)-(处理菌饼直径-菌饼直径)]/(对照菌饼直径-菌饼直径)×100%

1.4.2 利用滤纸片法测定中草药提取液对西兰花致腐微生物抑制作用试验

抑菌圈/mm=(处理组无菌圈直径-滤纸片直径)-(对照组无菌圈直径-滤纸片直径)

1.4.3 中草药提取液对西兰花主要致腐菌活体抑菌验证试验抑菌率

抑菌率/%=[(对照病斑直径-孔直径)-(处理病斑直径-孔直径)]/(对照病斑直径-孔直径)×100%

1.4.4 最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)的测定方法

(1) MIC 的测定：参考吴振宇^[4]的方法：体积浓度梯度稀释法。将制备好的各种不同浓度梯度（40%、20%、10%、5%、2.5%）的带药培养基灭菌后倒入直径 90 mm 的培养皿中。接种 10⁵~10⁶ 个/mL 孢子悬液 100 μL，涂布均匀，置于 28℃ 恒温培养箱中，2 d 后取出观察菌的生长情况。参照美国国家临床实验室标准化委员会（NCCLS）批准推荐的真菌药物体外敏感实验方案^[15]，以完全无菌生长的最低中草药提取液浓度为 MIC。重复 3 次。

(2) MBC 的测定：在 MIC 测定的基础上，继续培养 7 d，以完全无菌生长的最低中草药提取液浓度为 MBC^[16]。

1.5 数据统计处理

采用 Excel 及 SPSS 数据处理软件进行分析。

2 结果与讨论

2.1 不同中草药提取液对西兰花采后致腐菌生长抑制的效果

2.1.1 利用生长速率法对链格孢菌和核盘菌抑菌效果

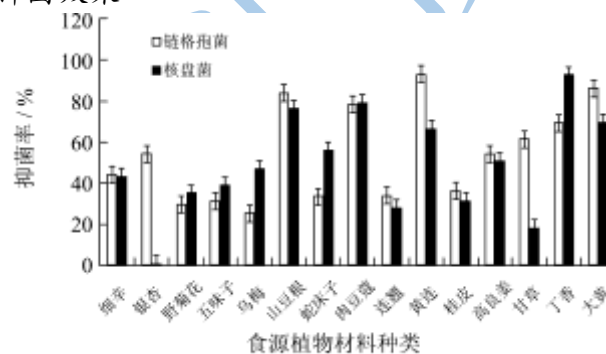


图 1 不同中草药提取液利用生长速率法对链格孢菌和核盘菌抑菌效果比较

Fig.1 Comparison of inhibition effect of different Chinese herbal extracts on *Alternaria alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum* detected with the method of growth rate

利用生长速率法测定不同中草药提取液处理对链格孢菌和核盘菌的抑菌效果见图 1。链格孢菌培养 4 d，核盘菌培养 3 d 后观察发现，各个培养皿中央都形成明显的菌盘，以接种的菌饼柱为中心向四周扩大。通过显著性分析，各种中草药提取液之间抑菌效果均极显著（P<0.01）。其中对链格孢菌抑菌率较好的 5 种中草药提取液分别为黄连、大黄、山豆根、肉豆蔻和丁香。对核盘菌抑菌率较好的 5 种中草药提取液分别为丁香、肉豆蔻、山豆根、大黄和黄连。黄连和大黄提取液对链格孢菌抑菌效果最好抑菌率分别达到 93.08% 和 86.25%，但他们对核盘菌的抑菌率却不高，分别为 66.43% 和 70.49%，丁香提取液对核盘菌抑菌率最好，抑菌率达 93.03%，但对链格孢菌的抑菌率却只有 69.99%。肉豆蔻和山豆根 2 种提取液对西兰花致病菌抑菌率均大于 75%，抑菌效果较好。

2.1.2 利用滤纸片法对链格孢菌和核盘菌抑

菌效果

利用滤纸片法测定不同中草药提取液处理对链格孢菌和核盘菌的抑菌效果见图 2。链格孢菌培养 3 d, 核盘菌培养 2 d 后观察发现, 各个培养皿中滤纸片周围都形成大小不等的抑菌圈。用十字交叉法测定抑菌圈的直径, 并通过显著性分析发现各种中草药之间对 2 种西兰花致病菌抑菌效果均极显著 ($P < 0.01$)。其中对链格孢菌抑菌效果较好且抑菌圈大于 8 mm 的中草药有: 山豆根、肉豆蔻和大黄; 对核盘菌抑菌效果较好且抑菌圈大于 8 mm 的中草药有: 丁香、山豆根和肉豆蔻。综合对 2 种致病菌抑菌效果较好的是山豆根和肉豆蔻提取液。

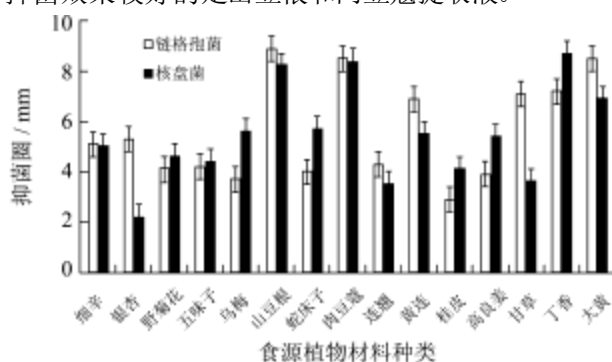


图 2 不同中草药提取液利用滤纸片法对链格孢菌和核盘菌抑菌效果比较

Fig.2 Inhibition effect of different Chinese herbal extracts on *Alternaria alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum* using the method of filter paper

山豆根中含有多种生物碱, 微生物受到抑制作用可能是由于生物碱能与微生物蛋白质结合发生凝集沉淀, 致使蛋白质改变原有生理状态, 失去生物活性, 造成功能丧失; 也可能是由于生物碱的碱性改变了微生物细胞内酸碱度, 致使微生物生长调整期延长, 从而延缓了微生物的生长与繁殖。肉豆蔻中有效成分主要是精油、丁香酚等, 其抑菌作用可能是由于某些脂类改变了微生物细胞膜的成分及结构, 破坏细胞膜上某些蛋白及酶的活性, 从而使微生物细胞膜渗透性及物质交换功能改变, 影响微生物的繁殖。有关山豆根和肉豆蔻提取液中有效成分抑菌作用的深层机理、各成分之间的相互作用以及致病菌抗药性问题等方面的研究, 还需要作进一步的探讨。

2.2 中草药提取液对西兰花主要致病菌活体抑菌验证试验效果

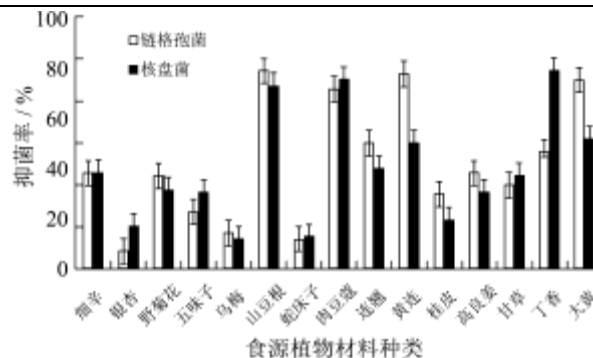


图 3 不同中草药提取液对链格孢菌和核盘菌活体抑菌效果比较

Fig.3 Inhibition effect in vivo of different Chinese herbal extracts on *Alternaria alternata* and *Sclerotinia sclerotiorum*

新鲜的西兰花通过人工制造局部机械损伤, 利用不同中草药提取液处理伤口后, 接种 2 种西兰花致病菌, 进行培养。不同中草药提取液对西兰花主要致病菌活体抑菌效果见图 3。由图 3 可见, 不同中草药提取液处理抑菌效果均极显著 ($P < 0.01$)。对链格孢菌抑菌效果较好, 且抑菌率达到 70% 以上的中草药有: 山豆根、黄连、大黄和肉豆蔻; 对核盘菌抑菌效果较好, 且抑菌率达到 70% 以上的中草药有: 丁香、肉豆蔻和山豆根。综合考虑同时对 2 种西兰花致病菌抑菌效果都较好的中草药为山豆根和肉豆蔻, 这与利用生长速率法和滤纸片法试验得出的结论相一致。

2.3 山豆根、肉豆蔻提取液对链格孢菌和核盘菌生长抑制的 MIC 和 MBC

不同的中草药提取液对西兰花致病菌链格孢菌和核盘菌生长的抑制效果不同。山豆根和肉豆蔻提取液对链格孢菌和核盘菌生长抑制的效果分别见表 1、表 2。

表 1 培养基中不同用量的中草药提取液 (V/V) 对链格孢菌生长的影响

Table 1 Effects of Chinese herbal extracts with different amounts in medium (V/V) on *Alternaria alternata*

中草药	培养时间/d	链格孢菌的生长情况					
		CK	40%	20%	10%	5%	2.5%
山豆根	2	+	-	-	-	+	+
	9	+	-	-	+	+	+
肉豆蔻	2	+	-	-	-	+	+
	9	+	-	+	+	+	+

注: “+”表示有菌体生长, “-”表示无菌体生长。

由表 1 可以看出, 培养基接种链格孢菌培养 2 d

后, 对照组(CK) 已有明显菌落长出。带有山豆根提取液的培养基用药 40%、20%和 10% (V/V) 均没有菌落长出, 而培养基用药 5%和 2.5% (V/V) 均有菌落长出。带有肉豆蔻提取液的培养基用药 40%、20%和 10% (V/V) 没有菌落长出, 而培养基用药 5%和 2.5% (V/V) 均有菌落长出。所以可以得出山豆根和肉豆蔻对链格孢菌的 MIC 均为提取液用量占培养基体积的 10%。

在 MIC 的基础上, 继续培养 7 d 后, 带有山豆根提取液的培养基没有生长菌落的最大浓度为 20%, 带有肉豆蔻提取液的培养基没有生长菌落的最大浓度为 40%。所以可以判定山豆根和肉豆蔻对链格孢菌的 MBC 分别为提取液用量占培养基体积的 20%和 40%。

由表 2 可以看出, 培养基接种核盘菌培养 2 d 后, 对照组(CK) 已有明显菌落长出。带有山豆根提取液的培养基用药 40%和 20%(V/V)均没有菌落长出, 而培养基用药 10%、5%和 2.5% (V/V) 均有菌落长出。带有肉豆蔻提取液的培养基用药 40%、20%和 10% (V/V) 没有菌落长出, 而培养基用药 5%和 2.5% (V/V) 均有菌落长出。所以可以得出山豆根和肉豆蔻对链格孢菌的 MIC 分别为提取液用量占培养基体积的 20%和 10%。

表 2 培养基中不同用量的中草药提取液(V/V)对核盘菌生长的影响

Table 2 Effects of Chinese herbal extracts with different amounts in medium (V/V) on *Sclerotinia sclerotiorum*

中草药	培养时间/d	核盘菌的生长情况					
		CK	40%	20%	10%	5%	2.5%
山豆根	2	+	-	-	+	+	+
	9	+	-	+	+	+	+
肉豆蔻	2	+	-	-	-	+	+
	9	+	-	-	+	+	+

注: “+”表示有菌体生长, “-”表示无菌体生长。

在 MIC 的基础上, 继续培养 7 d 后, 带有山豆根提取液的培养基没有生长菌落的最大浓度为 40%, 带有肉豆蔻提取液的培养基没有生长菌落的最大浓度为 20%。所以可以判定山豆根和肉豆蔻对链格孢菌的 MBC 分别为提取液用量占培养基体积的 40%和 20%。

3 结论

本文利用 15 种中草药提取液作为西兰花致腐菌的抑菌剂, 利用生长速率法和滤纸片法筛选较佳的中草药, 并在活体西兰花上做了抑菌验证试验,

结果表明:

3.1 在生长速率法、滤纸片法抑菌试验中, 综合考虑对链格孢菌和核盘菌抑菌效果均较好的天然植物为山豆根和肉豆蔻。

3.2 在西兰花活体验证试验中, 通过数据分析综合考虑对 2 种菌抑制作用效果最好的植物为山豆根和肉豆蔻, 这与利用生长速率法、滤纸片法抑菌试验得出的结论相一致。

3.3 通过体积浓度梯度稀释实验, 初步确定了山豆根、肉豆蔻提取液对链格孢菌和核盘菌的 MIC、MBC。山豆根、肉豆蔻对链格孢菌的 MIC 均为提取液用量占培养基体积的 10%, MBC 为 20%、40%。山豆根、肉豆蔻对核盘菌的 MIC 分别为提取液用量占培养基体积的 20%和 10%, MBC 分别为 40%和 20%。

参考文献

- [1] 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
ZHEN Tian-Yuan, PENG Xiao-Bei, LI Wen-Xiang, et al. Effect of Clove Extract on Preservation of Fresh-cut Broccoli [J]. Food Science, 2011, 32(10): 279-282
- [2] 刘毅.西兰花采后黑斑病的鉴定以及致病机理的研究[D].上海:华东师范大学,2009
LIU Yi. Identification of Black Spot Disease and How It Infects Post-harvest Broccoli [D]. Shanghai: East China Normal University, 2009
- [3] JOHNSON R D, JOHNSON L, KDHMOTO K, et al. A polymerase chain reaction-based method to specifically detect *Alternaria alternata* apple pathotype (*A. mali*), the causal agent of *Alternaria* BBlotch of apple [J]. Phytopathology, 2000, 90(9): 973-976
- [4] HARIMOTO Y, TANAKA M, et al. Multiple copies of *AMT2* are prerequisite for the apple pathotype of *Alternaria alternata* to produce enough AM-toxin for expressing pathogenicity [J]. Journal of General Plant Pathology, 2008, 74: 222-229
- [5] YAMAGISHI D, OTANI H, KODAMA M G. Protein signaling mediates developmental processes and pathogenesis of *Alternaria alternata* [J]. Molecular Plant-Microbe Interactions, 2006, 11: 1280-1288
- [6] KOHMOTO K, TANIGUCHI T, NISHIMUR S. Correlation between the susceptibility of apple cultivars to *Alternaria mali* and their sensitivity to AM-toxin I [J]. Annals of the Phytopathological Society of Japan, 1974,

- 43:65-66.
- [7] 孙溶溶.花椰菜菌核病抗性种质资源筛选及诱导抗性生理基础研究[D].浙江:浙江大学,2010
- SUN Rong-rong. Evaluation of the Resistance to Sclerotinia Sclerotiorum in Cauliflower Germplasm and Study on the Physiology Basis of Inducing Disease-tolerance [D]. ZHE Jiang: Zhejiang University, 2010
- [8] Boland G J, Webster S J, Walker L. Index of plant hosts of Sclerotinia sclerotiorum [J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1994, 16: 93-108
- [9] Bolton M D, Thomma B P H J, Nelson B D. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan Pathogen [J]. Molecular Pathogenesis, 2005, 6(3): 1-16
- [10] 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
- SUN Shu-Jie, HAN Xiao-Jie, LI Wen-Xiang, et al. Effects of Licorice or Hance ginger and its Complex Extract on the Fresh-keeping of Spinach [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2012, 31(5): 537-543
- [11] Tyler VE. Herbs of choice. The therapeutic use of phytomedicinals [M]. New York: Pharmaceutical products Press, 1999
- [12] 孙树杰.天然植物提取液抑菌效果及其在西兰花保鲜中的应用[D].青岛:青岛农业大学,2013
- [13] 卢春霞,王洪新,吕文平,等.复方植物提取物对嗜水气单胞菌的抑菌作用[J].食品与生物技术学报, 2011, 30(2): 179-184
- LU Chun-Xia, WANG Hong-Xin, LV Wen-Ping, et al. Antimicrobial Activity of Plant Extracts against Aeromonas hydrophila [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2011, 30(2): 179-184
- [14] 吴振宇,王燕,艾启俊.鹿蹄草素对桃褐腐病菌的抑制作用及其抑菌机理[J].中国农业科学, 2009, 42(8): 2784-2792
- WU Zhen-Yu, WANG Yan, AI Qi-Jun. Inhibitory Effect and Antimicrobial Mechanism of Pyrolin on Monilinia fructicola in Peach [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(8): 2784-2792
- [15] National committee for clinical laboratory standards. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeast; Approved Standard M27-A [S]. Lancaster Avenue, Villanova. Pennsylvania: NCCLS, 1997:1-12
- [16] 哈斯格根,艾启俊,魏月琴,等.中草药提取物对蔬菜两种采后病原真菌的抑菌活性研究[J].北京农学院学报, 2009, 1(24):20-23
- Hasi Gegen, AI Qi-Jun, WEI Yue-Qin, et al. Antifungal Activity of Chinese Herbal Medicine Extracts against Two Postharvest Pathogenic Fungi from Vegetables [J]. Journal of Beijing University of Agriculture, 2009, 1(24): 20-23