

吴 强, 罗 化, 杨 帆, 等. 中草药烟熏剂的快速制作[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(12): 268–271.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.082

中草药烟熏剂的快速制作

吴 强^{1,2}, 罗 化¹, 杨 帆², 段俊红², 罗 杰²

(1. 沿河土家族自治县化丰养羊专业合作社, 贵州铜仁 554300; 2. 铜仁职业技术学院, 贵州铜仁 554300)

摘要:为探讨中草药烟熏剂的快速制作方法, 选择艾叶、苍术等中草药配方, 采用正交试验方法优选了艾叶粉碎方法和中草药烟熏剂辅料配方。结果显示, 无水乙醇炭化后粉碎方法的艾粉得率显著高于电炉密闭燃烧炭化后粉碎、自主燃烧炭化后粉碎方法 ($P < 0.05$), 最佳工艺为加入无水乙醇: 艾叶为 1.5 mL: 1 g, 燃烧 4 min, 粉碎 60 s, 过 80 目分样筛; 最佳辅料配方为中草药烟熏剂混合配方粉末 20 g、糊精 4 g、木炭 4 g、高锰酸钾 3 g。艾叶粉碎工艺稳定, 操作简便, 艾粉得率高, 辅料配方能保证烟熏剂稳定燃烧和发烟, 且烟熏剂生态环保, 可满足生态养殖、绿色养殖对消毒剂的要求。

关键词:中草药; 烟熏剂; 艾叶; 苍术; 粉碎; 辅料; 空气消毒

中图分类号: S853.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0268-03

空气是致病微生物传播的重要途径, 世界上有 14 种以上传染病经空气传播^[1]。目前, 常用的空气消毒药物一般是化学消毒剂, 但均存在毒性、刺激性、不良气味、造价高等不足之处, 副作用明显, 如乳酸、甲醛、过氧乙酸等^[2]。化学消毒剂本身具有刺激性和腐蚀性, 对呼吸道和眼睛刺激严重, 还会腐蚀设施设备, 甲醛等消毒剂甚至具有致癌作用^[3]。采用中药解毒和杀菌由来已久, 《本草纲目》等中医中药典籍中均有关于中草药烧烟熏治以辟瘟气的方法, 如烧苍术以辟邪气。明清时期, 温病学派的崛起开辟了中医对传染性、感染性疾病防治的新纪元。中药空气消毒剂以其天然、无毒、安全的优点受到关注, 关于中草药消毒剂研究和应用的报道逐渐增多。目前, 中草药在空气消毒方面的方法主要有中草药蒸汽熏蒸法、中草药烟熏法等。然而, 中草药消毒剂的制备过程中存在工艺简单、不够科学严谨、制剂粗糙等问题, 致使试验结果重现性较差。为弘扬中医药特色, 充分发挥中草药烟熏剂在预防流行性瘟疫中的优势作用, 采用中兽医驱毒辟毒理论^[4], 选择芳香辟秽中草药艾叶^[5]、苍术^[6]等, 从艾粉碎工艺、烟熏剂辅料选择、烟熏剂成型工艺等方面开展了中草药烟熏剂研究, 旨在探寻安全可靠、操作简便、经济实用的纯天然中草药消毒剂制作工艺, 为中兽医空气消毒剂的研究和使用提供依据。

1 材料

1.1 试验仪器

AR124CN 型电子分析天平 (奥豪斯国际贸易有限公司), YB-600A 型粉碎机 (浙江永康速锋工贸有限公司), DHG-9053 型电热鼓风干燥箱 (上海实研电炉有限公司), 80 目国家标准分样筛 (北京祥宇伟业仪器设备有限公司)。

1.2 药物来源

收稿日期: 2015-10-25

基金项目: 国家自然科学基金 (编号: 31302134); 科技富民强县专项 (编号: 黔科合成转字[2014]5202 号)。

作者简介: 吴 强 (1979—), 男, 四川宜宾人, 博士, 副教授, 主要从事禽病与禽药研究。E-mail: wuqiangfirst@163.com。

中草药烟熏剂由苍术、艾叶、贯众等组成, 所有药物均购自贵州省铜仁市益仁大药房。

1.3 试剂

糊精购自天津致远化学试剂有限公司, 无水乙醇、高锰酸钾均购自深圳市华利源化工有限公司, 培养基琼脂购自北京奥博星生物技术有限责任公司, 木炭为市购普通木炭。

2 试验方法与结果

2.1 中草药粉碎方法

2.1.1 艾粉碎方法 根据烟熏剂制作的要求, 艾叶须进行粉碎, 但由于艾叶均具有艾绒, 影响艾粉碎的效果, 因此选择炭化处理以利于艾粉碎。准确称取艾叶 5.00 g, 分别采用无水乙醇燃烧炭化后粉碎、电炉密闭燃烧炭化后粉碎、自主燃烧炭化后粉碎 3 种粉碎方法, 过 80 目筛, 以艾粉得率和艾叶损失率为考察指标优选艾粉碎方法, 具体操作步骤如下。

无水乙醇燃烧后粉碎: 取 5.00 g 艾叶经粉碎机粉碎 30 s; 放入烧杯中, 吸取 5 mL 无水乙醇, 采用玻棒充分搅匀; 点燃艾叶, 并用玻棒搅匀使艾叶充分燃烧; 全部变为黑色时, 立即用湿抹布密封灭火, 直至没有火星为止, 取出并放凉; 过 80 目分样筛, 分离艾粉及艾绒, 称质量, 计算艾粉得率和艾叶损失率。

电炉密闭燃烧炭化后粉碎^[7]: 取 5.00 g 艾叶经粉碎机粉碎 30 s, 放入烧杯中, 将烧杯置于电炉上, 边烤边用玻棒搅拌; 直至全部变为黑色时, 喷洒 15% 乙酸并继续搅拌, 灭尽火星, 取出并放凉; 利用 80 目分样筛分离艾粉及艾绒, 称质量, 计算艾粉得率和艾叶损失率。

自主燃烧炭化后粉碎: 取 5.00 g 艾叶经粉碎机粉碎 30 s, 放入烧杯中; 点燃艾叶, 燃烧时采用玻棒搅拌; 直至全部变为黑色时, 立即用湿抹布密封灭火, 灭尽火星, 取出并放凉; 利用 80 目分样筛分离艾粉及艾绒, 称质量, 计算艾粉得率和艾叶损失率。

2.1.2 艾粉碎方法选择 从艾粉回收量来看, 无水乙醇燃烧炭化后粉碎组的艾粉回收量、艾绒回收量均极显著高于电炉燃烧炭化后粉碎组、自主燃烧炭化后粉碎组 ($P < 0.01$), 无水乙醇燃烧炭化后粉碎组的艾粉得率极显著高于电炉燃烧炭化后粉碎组、自主燃烧炭化后粉碎组 ($P < 0.01$)。从艾叶损失

情况来看,无水乙醇燃烧炭化后粉碎组的艾叶损失较少,艾叶损失量、艾叶损失率均极显著低于电炉燃烧炭化后粉碎组、自主燃烧炭化后粉碎组($P<0.01$)。综合艾粉回收率和艾叶损

失率来看,无水乙醇燃烧炭化后粉碎方法极显著优于电炉燃烧炭化后粉碎方法、自主燃烧炭化后粉碎方法。不同艾叶粉碎方法的结果见表 1。

表 1 不同艾叶粉碎方法的结果

编号	粉碎方法	艾粉回收量 (g)	艾绒回收量 (g)	艾叶损失量 (g)	艾粉得率 (%)	艾叶损失率 (%)
1	乙醇燃烧炭化后粉碎	1.56 ± 0.07A	2.83 ± 0.08A	0.60 ± 0.09A	31.27 ± 1.42A	12.07 ± 1.75A
2	电炉燃烧炭化后粉碎	1.00 ± 0.20B	2.20 ± 0.10B	1.80 ± 0.10B	20.00 ± 4.00B	36.00 ± 2.00B
3	自主燃烧炭化后粉碎	1.07 ± 0.15B	1.70 ± 0.10C	2.23 ± 0.06C	21.33 ± 3.06B	44.67 ± 1.15C

注:同列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

艾粉得率 = 艾粉质量 / 艾叶质量 × 100% ; 艾叶损失率 = (艾叶质量 - 艾粉质量 - 艾绒质量) / 艾叶质量 × 100% 。

2.2 艾叶粉碎工艺优化及验证

2.2.1 艾叶粉碎工艺优化 在上述研究的基础上,选取 A(无水乙醇:艾叶)、B(燃烧时间)、C(粉碎时间)3 个因素,准确称取 5.00 g 艾叶,以艾粉得率为考察指标,采用 $L_9(3^4)$ 正交试验对无水乙醇燃烧炭化后粉碎工艺进行正交试验优化。因素水平见表 2,结果及直观分析见表 3(试验结果为 3 次试验的平均值),方差分析结果见表 4。

表 2 艾叶粉碎工艺因素水平

水平	A:无水乙醇:艾叶 (mL:g)	B:燃烧时间 (min)	C:粉碎时间 (s)
1	1.0:1	3	30
2	1.5:1	4	60
3	2.0:1	5	90

表 3 艾叶粉碎工艺正交试验结果

水平	A	B	C	D (空白)	艾粉量 (g)
1	1	1	1	1	1.213 5
2	1	2	2	2	1.709 8
3	1	3	3	3	1.710 1
4	2	1	2	3	1.868 0
5	2	2	3	1	1.689 9
6	2	3	1	2	1.120 7
7	3	1	3	2	1.120 7
8	3	2	1	3	1.404 1
9	3	3	2	1	1.428 4
k_1	1.544	1.401	1.246	1.444	
k_2	1.560	1.601	1.669	1.317	
k_3	1.318	1.420	1.507	1.661	
R	0.242	0.201	0.423	0.344	

表 4 艾叶粉碎工艺方差分析结果

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
A	0.025	2	0.116	4.46	*
B	0.160	2	0.745	4.46	*
C	0.579	2	2.696	4.46	*
误差	0.860	8	0	0	

正交试验优化结果表明,A(无水乙醇:艾叶)、B(燃烧时间)、C(粉碎时间)对艾粉量均有显著影响,且 $A_2 > A_1 > A_3$, $B_2 > B_1 > B_3$, $C_2 > C_3 > C_1$ 。方差分析结果表明,A(无水乙醇:艾叶)、B(燃烧时间)、C(粉碎时间)各因素水平之间具有极显著性差异($P<0.01$)。确定最佳的无水乙醇炭化后粉碎工艺为 $A_2B_2C_2$,即无水乙醇:艾叶为 1.5 mL:1 g、燃烧 4

min、粉碎 60 s、过 80 目分样筛。

2.2.2 艾叶最佳粉碎工艺验证 准确称取 5.00 g 艾叶,经粉碎机粉碎 60 s,放入烧杯中,吸取 7.5 mL 无水乙醇,并用玻棒充分拌匀;点燃艾叶,用玻棒搅拌使艾叶充分燃烧 4 min,立即用湿抹布密封灭火,直至没有火星为止;利用 80 目分样筛分离艾粉及艾绒,称质量。经计算,艾粉回收量为 (1.93 ± 0.03) g,变异系数为 1.6%,表明无水乙醇炭化后粉碎工艺稳定,合理可行。

2.3 其他中药粉碎

其他中药按照配方称量,直接采用粉碎机粉碎,过 80 目分样筛即可。

2.4 烟熏剂辅料配方优化及验证

2.4.1 烟熏剂制作工艺验证 根据预试结果,准确称取 20 g 中草药烟熏剂混合粉末,选取 A(黏合剂糊精质量)、B(木炭质量)、C(高锰酸钾质量)3 个因素,每个因素设计 3 个水平,以烟熏剂燃烧速度与稳定性为考察指标,采用 $L_9(3^4)$ 正交表进行优化试验。因素水平见表 5,试验结果及直观分析见表 6(试验结果为 3 次试验的平均值),方差分析结果见表 7。

表 5 中草药烟熏剂辅料因素水平

水平	A:糊精质量 (g)	B:木炭质量 (g)	C:高锰酸钾 质量(g)
1	4	0	1
2	6	2	2
3	8	4	3

表 6 中草药烟熏剂辅料正交试验设计结果

水平	A	B	C	燃烧速度 (cm/min)	状态
1	1	1	1	0.067	中途熄灭
2	1	2	2	0.110	燃烧
3	1	3	3	0.170	燃烧
4	2	1	2	0.090	中途熄灭
5	2	2	3	0.130	燃烧
6	2	3	1	0.050	中途熄灭
7	3	1	3	0.010	中途熄灭
8	3	2	1	0.120	燃烧
9	3	3	2	0.170	中途熄灭
k_1	0.116	0.056	0.079		
k_2	0.090	0.120	0.123		
k_3	0.100	0.130	0.103		
R	0.026	0.074	0.044		

正交设计试验结果表明,A(黏合剂糊精质量)、B(燃烧剂木炭质量)、C(助燃剂高锰酸钾质量)对烟熏剂燃烧速度及燃烧稳定性均有显著影响,且 $A_1 > A_3 > A_2$, $B_3 > B_2 > B_1$, $C_2 >$

表 7 中草药烟熏剂辅料方差分析结果

因素	偏差平方和	自由度	F 比	F 临界值	显著性
A	0.001 0	2	0.214	5.140	*
B	0.001 0	2	2.143	5.140	*
C	0.030 0	2	0.643	5.140	*
D	0.001 0	6	0.000		

C₃ > C₁。确定中草药烟熏剂辅料配方为 A₁B₃C₂,即中草药烟熏剂混合配方粉末 20 g、黏合剂糊精 4 g、燃烧剂木炭 4 g、助燃剂高锰酸钾 3 g,加入适量水调制成糊状,倒入烟熏剂模型,置于 60 ℃电热鼓风干燥箱干燥即得。

2.4.2 中草药烟熏剂制作工艺验证 准确称取烟熏剂配方中草药混合粉末 20 g、糊精 4 g、木炭 4 g、高锰酸钾 3 g,加入适量水调制成糊状,倒入烟熏剂模型制成特定形状,设置 3 次重复试验,放入 60 ℃电热鼓风干燥箱干燥。结果为(0.153 ± 0.003) cm/min,变异系数为 1.96%,燃烧速度适宜,燃烧过程稳定,表明中草药烟熏剂配方与制作工艺稳定,重复性好,合理可行。

3 结论与讨论

3.1 烟熏剂组方理论分析

中草药烟熏法为流传最早的中医传统空气消毒法,如民间端午节有悬挂苍术和艾叶以驱瘴、除秽的习俗^[4]。现代医学研究表明,经空气传播致病微生物引发的传染病种类多样、表现复杂,但从其病因性质分析均属中医“温病”范畴,按其病因性质可分为湿热和温热两大类^[8]。结合中兽医理论分析,经空气传播的疾病可采用清卫法、清气法、清营法等“祛邪法”法则^[8],利用中草药消毒剂进行防治。结合中兽医的药物性质分类,以现代天然植物药研究为基础,可选择芳香化湿类中药进行组方用药^[9]。芳香化湿类中药主要包括苍术、艾叶等^[10],此类药多辛温香燥,有芳香辟浊化湿的作用,可祛除四时秽浊之气,以治湿温等症。现代医学研究表明,芳香化湿类中药富含挥发油是其可抑杀病原微生物的主要原因,同时也是本类中药被广泛用于空气消毒、烟熏消毒的主要原因^[11]。本研究选择具有芳香化湿辟浊功效的中草药艾叶、苍术等进行组方用药。其中,艾叶芳香辟秽,以驱除空气中的污秽,达到空气烟熏消毒的作用,为君药;贯众清热解毒,可辅助苍术驱毒辟毒,为臣药;苍术为芳香化湿,具有辛温合归脾胃经的药性,具有抗炎和抗腹泻作用^[12],可增进动物食欲,提高动物正气,为佐药。诸药合用,发挥其芳香辟浊、提高动物抵抗力的作用。

3.2 艾叶粉碎工艺

根据烟熏剂制作的要求,艾叶需进行粉碎,但由于艾叶含艾绒,除非使用专门的艾叶粉碎机,否则艾叶粉碎相当困难。且艾叶富含挥发油,粉碎后过筛较为困难。炭化后粉碎是降低艾叶粉碎难度的捷径之一。关于艾叶炭化的研究较少,目前的炭化方法主要是将干净艾叶置于锅内,用火炒至外表呈黑褐色,喷洒少量清水或醋^[13],灭净火星后取出,摊开晾干。在实际操作过程中,因艾叶质轻、富含挥发油、易燃烧,致使艾叶在炒制过程中受热不均匀、工艺不稳定、火候不易掌握^[14],常造成部分艾叶因过度燃烧而“灰化”,部分则依然是生片。

本研究以艾粉得率和艾叶损失率为考察指标,对比分析

了无水乙醇燃烧炭化后粉碎、电炉密闭燃烧炭化后粉碎、自主燃烧炭化后粉碎等粉碎方法,最终选择的艾叶粉碎工艺为无水乙醇炭化后粉碎。为进一步提高艾粉得率并减少艾叶损失,选取无水乙醇加入量、燃烧时间、粉碎时间 3 个因素对无水乙醇炭化后粉碎方法进行正交试验优化,并确定了无水乙醇炭化后粉碎工艺为加入无水乙醇:艾叶为 1.5 mL:1 g,燃烧 4 min,粉碎 60 s,过 80 目分样筛。与其他文献中的方法相比,本方法采用隔拒空气灭火,不需喷洒清水或醋,工艺步骤得到简化,降低了操作难度。该方法的炭化过程不会受热不均,艾叶炭化均匀,艾粉得率高,艾叶损失少。在艾叶粉的制作过程中不需用手揉搓^[15],直接用粉碎机粉碎,节省时间和人力,并保证了工艺的稳定性 and 可靠性。

3.3 中草药烟熏剂辅料选择

蚊香、含药香、卫生香等是民间广泛沿用的家庭常备烟熏剂,以中草药细粉和木粉为主,选择适宜的黏合剂,经加工制成盘卷状或直条状,点燃发烟,用于驱除蚊蝇、杀虫、灭菌、预防疾病^[16]。烟熏剂的烟雾颗粒十分细小,沉积速度非常缓慢,并可随空气横向运动或向上运动,扩大了其在各方向目标面的沉积概率^[17]。由于颗粒细小,烟雾能在空气中长久悬浮,一般可持续 6 h 左右,其扩散穿透能力较强,可深入至一般消毒方法无法到达的目标部位^[18],如渗入墙缝等。如果药剂本身在高温下易挥发,与易燃物混合后,药剂可借助燃烧产生的高温挥发,随后冷凝成细小烟雾颗粒,获得烟熏剂的运动方式与施药效果。这种烟熏剂不需要施药器具,降低了工作强度和预防治疗成本。本研究选择苍术、艾叶、贯众等芳香化湿类中草药,富含挥发油成分,其挥发油成分可随着烟雾运动而发挥广泛性的消毒效果。然而,直接蒸煮或燃烧会导致中草药的有效成分在数分钟内全部挥散,难以达到消毒效果。在中草药烟熏剂的设计与配制中,为使中草药烟熏剂的有效成分有效挥发,需要选择燃烧剂;为减少有效成分的快速挥散丧失,需要选择助燃剂,以减缓挥发油等药用成分的快速挥散。其中,燃烧剂是在氧存在下才能燃烧生热的物质,要求其在 150 ℃以下不与氧作用,但在 200 ~ 500 ℃时与少量氧发生燃烧反应,放出大量热能且不产生有害物质,具有在弱酸条件下物理化学性质稳定、易粉碎、不易吸湿潮解、价格低等优点^[19]。本烟熏剂选择的中草药粉、艾炭粉、木炭等均符合燃烧剂的要求。助燃剂别称氧化剂,提供补充燃烧时所需的氧,促进燃烧,应具有适度的氧化能力,在 150 ℃以下稳定,在 150 ~ 160 ℃分解放氧,并具有较高的含氧量,不易受潮水解,在轻微碰撞下不会起燃起爆,以保证使用、运输、贮存的安全,来源广泛,价格便宜^[19]。本烟熏剂选择高锰酸钾作为助燃剂,使用效果稳定、安全。阻燃剂别称消焰剂、阻火剂,主要消除烟熏剂燃烧时产生的明火,并阻止燃渣复燃,也能抑制有效成分的燃烧分解,或降低燃烧残渣的温度以阻止继续燃烧^[19]。本烟熏剂选择滑石粉作为阻燃剂。

本研究采用驱毒辟毒理论,选择芳香化湿、清热解暑的苍术、贯众、艾叶等中药进行组方用药来制作烟熏剂,取材方便,药源充足。同时,选择木炭、淀粉、高锰酸钾等辅料制作成烟熏剂,制作工艺简单,不受时间、温度、湿度的限制。本烟熏剂在使用过程中操作简便,消毒效果能够达到卫生学标准,且价格低廉、气味芬芳,对环境设施设备及器械物品没有污染和腐

蚀作用。本烟熏剂适用于广大农牧场、养殖小区的空气消毒,并能满足目前生态养殖、绿色养殖对消毒剂的要求,具有良好的推广应用前景,但其临床使用效果有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李庆月,赵亚如. 基层医院空气消毒方法的调查[J]. 中华医院感染学杂志,1998(1):41.
- [2] 高 慧,张思超. 中药消毒剂研究现状[J]. 山东中医药大学学报,2005,28(6):476-478.
- [3] 中华人民共和国卫生部. 消毒技术规范[M]. 3 版. 北京:人民卫生出版社,2000.
- [4] 肖 芸,宋雪茜. 端午节驱邪避毒的内涵[J]. 成都教育学院学报,2004,18(12):87-88.
- [5] 江雅文. 端午艾叶的药用[J]. 健康人生,2006(3):42-43.
- [6] 王运利,程晓玲,孙雪玲. 中药苍术熏蒸法对室内空气消毒效果观察[J]. 中国消毒学杂志,2011,28(5):570-571.
- [7] 于凤蕊,孙立立,戴衍朋,等. 醋艾炭炮制工艺优选[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(14):23-26.
- [8] 戴永海. 中兽医医药对传染病的防治[C]. 北京:纪念国务院关于加强民间兽医工作的指示五十周年暨中国中兽医发展高层论坛,2006.

(上接第 196 页)

脱水造成的伤害,增强其在逆境下的耐受能力,提高其抗低温的能力。本试验利用间歇降温的方法模拟自然界逐渐降温的过程,使黄瓜幼苗在冷害到来之前处于一个低温锻炼过程中,在该过程中黄瓜幼苗产生许多生理生化反应,与直接降温相比,丙二醛含量、脯氨酸含量和超氧阴离子产生速率均较低,冷害指数也显著低于直接降温对照,说明间歇降温处理是黄瓜幼苗逐渐进行低温锻炼的过程,通过间歇降温处理的方法,能有效地缓解黄瓜幼苗在低温胁迫下所受到的伤害。

总之,与常温对照 CK 相比,间歇降温处理 F1 的黄瓜幼苗经低温胁迫后,丙二醛含量、脯氨酸含量和超氧阴离子产生速率均随处理天数的增加有不同程度的提高,都在 8 d 时达到最大值。而和直接降温对照 CK1 相比,间歇降温处理 F1 从低温胁迫 2 d 开始,在各测定时间内,这几项指标均显著低于直接降温对照 CK1,说明间歇降温处理在一定程度上对黄瓜幼苗受到的低温胁迫起到了缓解作用,增强了其在逆境下抵御低温的能力。

参考文献:

- [1] Schaffer M A, Fischer R L. Analysis of mRNAs that accumulate in response to low temperature identifies a thio protease gene in tomato [J]. Plant Physiology, 1988, 87(2):431-436.
- [2] 透明辉,娄群峰,陈劲枫. 黄瓜的冷害及耐冷性[J]. 植物学报,2004,21(5):578-586.
- [3] 韩 聪,高丽朴,王兆升,等. 蔬菜冷害控制的研究进展[J]. 中

- [9] 王建中,王利敏,姚 冲,等. 中药空气消毒剂研究现状[J]. 中医药学刊,2006,24(11):2053-2054.
- [10] 邱赛红,首第武,陈立峰,等. 芳香化湿药挥发油部分与水溶液部分药理作用的比较[J]. 中国中药杂志,1999,24(5):41-43.
- [11] 邓乐曾. 中药苍术空气消毒的灭菌效果观察[J]. 黑龙江护理杂志,1997,3(6):62.
- [12] 张明发,沈雅琴,朱自平,等. 苍术抗腹泻和抗炎作用研究[J]. 中国药房,2000,11(3):109-110.
- [13] 赵 焱. 艾叶炭的快捷炮制方法[J]. 内蒙古中医药,2003,24(3):26.
- [14] 张雪菊,李 红. 艾叶炒炭炮制方法的改进[J]. 中国中药杂志,2001,26(3):214.
- [15] 李思博. 滚筒式炒药机炒醋艾叶炭[J]. 中药材,1992(11):30.
- [16] 张兆旺. 中药药剂学[M]. 2 版. 北京:中国中医药出版社,2007.
- [17] 李周直,南 京. 烟雾剂使用技术[J]. 中华卫生杀虫药械,1997(03):37-42.
- [18] 周宏平,姜志宽,崔业民,等. 烟雾机及烟雾载药技术在卫生防疫中的研究与应用[J]. 中华卫生杀虫药械,2000(2):8-11.
- [19] 吴 强. 中西兽医结合应用技术[M]. 北京:中国农业出版社,2013.

国蔬菜,2013(12):1-8.

- [4] 朱其杰,高守云,蔡洙湖,等. 黄瓜耐冷性鉴定及遗传规律的研究 [M]. 李树德. 中国主要蔬菜抗病育种进展. 北京:科学出版社,1995:462-474.
- [5] 陆婷婷,李小湘,刘文强. 水稻耐冷性 QTL 分析研究进展[J]. 湖南农业科学,2011(17):1-4.
- [6] Yang J H, Gao Y, Li Y M, et al. Salicylic acid - induced enhancement of cold tolerance through activation of antioxidative capacity in watermelon [J]. Scientia Horticulturae, 2008, 118(3):200-205.
- [7] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [8] 于锡宏,郑姗姗,蒋欣梅,等. 渐降低温胁迫对黄瓜幼苗耐冷性及保护酶活性的影响[J]. 中国蔬菜,2011(12):60-64.
- [9] 王丽丽. 低温胁迫对黄瓜生长及理化指标的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2004.
- [10] 朱广廉,张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京:北京大学出版社 1990,247.
- [11] 徐 同,陈翠莲. 植物抗逆性测定(脯氨酸快速测定)法[J]. 华中农学院学报,1983,2(1):94-95.
- [12] 王爱国,罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺的反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯,1990(6):55-57.
- [13] 康国斌,许 勇,雍伟东,等. 低温诱导的黄瓜 *ccr18* 基因的 cDNA 克隆及其表达特性分析[J]. 植物学报,2001,43(9):955-959.
- [14] 李明玉,曹辰兴,于喜艳. 低温锻炼对冷胁迫下黄瓜幼苗保护性酶的影响[J]. 西北农业学报,2006,15(1):160-164.