

# 介质接触式电加热杀菌消毒装置 及其在果树组培快繁中的应用研究

张道辉, 刘庆忠, 王淑贞, 艾呈祥, 魏海蓉

(山东省果树研究所, 山东省果树生物技术育种重点实验室, 泰安 271000)

**摘要:** 该文介绍了果树离体组培快繁过程中, 对无菌组培材料切割分离工具杀菌消毒的一种新方法。该方法应用现代控制和加热技术研制了新型自动化加热器。筛选出一种无毒无味耐高温的固体材料, 加工成直径 2 mm 的球状体作为特种杀菌消毒介质。通过加热器对介质加热, 利用介质的耐热贮热特性对无菌操作的切割分离工具进行接触式杀菌消毒。连续三年试验取得良好效果。该方法克服了传统的酒精灯消毒操作难度大, 速度慢, 能耗大, 对空气有污染, 有火灾隐患等缺点。使果树组培快繁育苗分离植株速度提高了 15.38%, 耗能费用大幅度降低, 无菌效果达到 100%, 并彻底避免了空气污染和火灾隐患。

**关键词:** 果树组培快繁; 无菌分离工具; 介质接触消毒; 应用效果

**中图分类号:** S603.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-6819(2007)11-0220-04

张道辉, 刘庆忠, 王淑贞, 等. 介质接触式电加热杀菌消毒装置及其在果树组培快繁中的应用研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(11): 220-223.

Zhang Daohui, Liu Qingzhong, Wang Shuzhen, et al. Utilization of heat storing endurance of specific medium on the fruit tree tissue culture and propagation in vitro[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(11): 220-223. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

耐高温固体材料具有较高的耐热贮热和耐磨损抗氧化等特性<sup>[1-4]</sup>, 将这种材料作为特种加热杀菌消毒介质, 对果树组培快繁过程中使用的部分金属工具进行接触式局部快速杀菌消毒, 可以解决传统的酒精灯杀菌消毒操作难度大, 速度慢、耗能大、有污染、有火灾隐患等问题。经过三年的试验和改进, 研制了一种介质接触式电加热杀菌消毒装置, 经试用取得了预期效果。应用这种介质接触式电加热消毒技术, 解决了果树组培快繁过程中无菌操作使用的切割分离工具的快速无污染杀菌消毒问题。

果树离体组培快繁是 20 世纪中叶兴起的一项育种技术<sup>[5,6]</sup>, 主要用于果树品种快速繁殖, 脱除果树病毒、病害, 扩大繁殖系数, 降低苗木成本等。果树组培快繁过程, 需用刀子、剪子、镊子等切割分离工具进行手工无菌操作, 这些切割分离工具需随时进行局部快速杀菌消毒<sup>[7-9]</sup>。传统的消毒锅、消毒柜、水浴锅、干燥箱等加热消毒工具, 无法进行局部快速杀菌消毒。化学药物杀菌

消毒需经浸泡、清洗、吸干三个过程, 每次杀菌消毒需耗时 2 min 以上<sup>[10-12]</sup>。目前中国普遍采用的是酒精灯加热杀菌消毒<sup>[13]</sup>, 酒精的连续燃烧对环境有污染, 且存在火灾隐患。为此, 新型无污染专用快速杀菌消毒装置的研制成为当今的热点, 目前尚未见到成功的报道。本研究试制的介质接触式电加热杀菌消毒装置, 是选择一种无毒无味耐高温的固体材料, 加工成直径 2mm 的球型颗粒作为消毒介质, 通过专用加热器将其加热到所需温度。利用其耐热贮热耐磨损等特性对果树组培快繁的无菌操作过程使用的切割分离工具进行接触式局部加热灭菌消毒。这种方法对切割分离工具消毒速度快, 部位准确, 没有环境污染和火灾隐患。对果树组培快繁技术的完善和发展具有重要意义。

## 1 介质接触式电加热杀菌消毒装置的结构与工作原理

介质接触式电加热杀菌消毒装置主要由数显温控单元、加热器单元、消毒筒单元三部分组成。图 1 所示为介质接触式电加热杀菌消毒装置结构与工作原理框图, 虚线框内为介质接触式电加热杀菌消毒装置结构框图。数显温控单元自动控制加热单元对消毒筒单元进行电加热, 加热温度可在 0~400℃ 范围内任意调整, 设定温度和介质实际温度可同时显示。本研究将消毒介质温度控制在 300~305℃, 这种温度可以瞬时杀死黄色葡萄球菌、大肠埃希菌、霉菌、酵母菌等细菌和污染微生物,

收稿日期: 2006-06-11 修订日期: 2007-09-11

基金项目: 国家“863”计划项目(2006AA100108-4-12-9); 山东省农业良种工程项目(2002-3013); 科技部国际合作项目(2006DFA33130)

作者简介: 张道辉, 副研究员, 从事环境控制技术研究。泰安 山东省果树研究所, 271000。Email, daohuizhang@sohu.com

可以满足对无菌操作的切割分离工具的无菌要求<sup>[14-17]</sup>。消毒介质在消毒筒内通过消毒筒金属壁吸收热量,其温度被自动控制在要求值范围内。切割分离工具可随时插入到消毒介质内,与消毒介质接触的部位就会快速完成高温灭菌消毒。可以很方便的用一次消毒一次,边用边消毒。

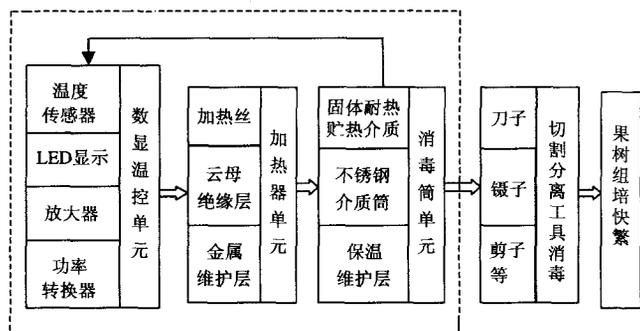


图 1 介质接触式电加热杀菌消毒装置结构与工作原理图

Fig. 1 Structure of medium contacting electronic heating sterilization device and principle

## 2 消毒装置的温度控制

消毒介质的温度自动控制由数显温控单元完成<sup>[18-20]</sup>,该单元主要由温度传感器、线性电路、信号放大、设定值测量值转换、LED(数码管)显示、功率转换器、加热器 7 部分组成。如图 2 所示为温度自动控制电路原理图。控制温度可以在 0~400℃ 范围内任意调节,控制精度 0.5 级。显示器采用小型 3 位半 LED 数码管,插入自锁式金属维护层外壳。与固定在金属维护层外壳内的控制电路连接,结构紧凑美观。温度传感器采用微型铂铑-铂 LB-3 型铂热电偶<sup>[21]</sup>,测温范围 0~1600℃。消毒介质的温度值通过温度传感器变为电信号,该信号经线性化和放大处理后分成两路。一路经设定、测量转换电路进入显示器,显示设定和测量两种温度数值。另一路与设定温度值共同进入比较电路,根据比较结果进行功率转换后,推动或停止加热器对消毒介质加热。温度传感器置放于消毒介质内,随时传递消毒介质的温度。

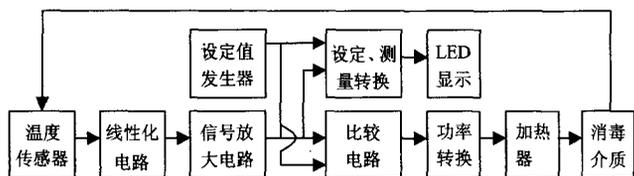


图 2 温度自动控制电路原理图

Fig. 2 Principle of automatic temperature control circuit

## 3 加热器设计及固定方法

加热器单元设制成直径可小范围调整的圆筒形状,可以与介质筒紧密接触。主要由镍铬合金加热丝、云母绝缘层、金属维护层(不锈钢薄板)3 部分组成。其内部结构示意图见图 3。镍铬合金材料电阻系数大,温度系数小,高温环境中抗氧化性和机械强度高。可以保证足够的加热面积和加热过程较小的功率波动,以及较强的变形加工能力。云母绝缘层采用厚 1 mm、容重 1.95 g/m<sup>3</sup>、高温绝缘电阻 500MΩ、工作温度 800℃ 以上的耐热柔软云母板。将加热丝均匀的缠绕在云母板上,固定好进出线头,并留有接线端子。每圈之间相互绝缘。绕制完成后,置放在两块云母板之间,最外层用 0.03 mm 不锈钢薄板包装固定,然后弯曲成直径 40 mm 的圆桶形状,形成圆筒状外型的加热器。薄板两头留有固定孔,用螺母螺栓调节圆筒型加热器直径,以此将加热器紧密的固定在介质盛筒上。其示意图见图 4。由计算和试验的方法确定加热器最佳功率为 35 W,这个功率可以保证在常温环境内,15 min 内可将消毒介质温度升高 300℃。

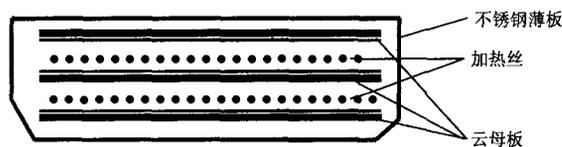


图 3 加热器内部结构示意图

Fig. 3 Schematic of inner structure of heater

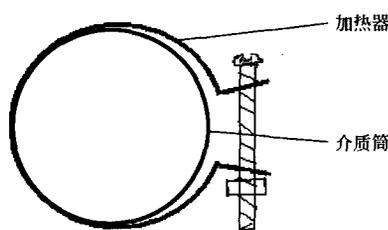


图 4 加热器固定方法示意图

Fig. 4 Fixed method of heater

## 4 消毒筒单元的构成

消毒筒单元主要由固体耐热贮热消毒介质<sup>[22-24]</sup>,不锈钢介质筒,保温维护层 3 部分组成。经过对多种固体耐热材料有关性能的测试和加温试验,对比筛选出适用性较好的 SIC 材料作为耐热贮热消毒介质,SIC 是一种共价键极强的化合物,共价键成分占 88%,在高温下仍能保持很高的键合强度。它的这种结构价键特点决定

了它具有下列特别优良的性能<sup>[25]</sup>。

1) 具有良好的耐腐蚀、耐热冲击和耐磨损性能。高强度、高硬度、耐高温,分解温度达 2500℃,可在 1900℃ 以下的温度长期使用。

2) 无毒无味,具有优良的化学成分稳定性。

3) 抗氧化,1000℃ 以上才开始产生氧化,在氧化的同时产生一层氧化膜,可立刻起到阻止多次氧化的作用。

4) 高导热系数,低热膨胀率。温度大幅度变化时,膨胀率和收缩率小。

为了充分利用 SIC 材料的上述特性,将这种材料加工成直径 2 mm 的球型体。置放于介质筒内,靠介质筒的不锈钢筒壁吸收和传导加热器产生的热量,将介质筒内的球型体 SIC 消毒介质加热到所需温度。无菌切割分离工具需消毒部位可直接插入消毒介质中,仅在 15 s 内即可完成快速高温杀菌消毒,而不需消毒的部位温度不会过高,人工操作时不会感到烫手。

不锈钢介质盛筒是圆筒形状,由厚度为 1 mm 的不锈钢薄板加工而成,筒高 130 mm,直径 40 mm。保温维护层由保温棉和厚度为 0.3 mm 的铝合金薄板组成,保温棉采用比重为 150 kg/m<sup>3</sup> 的玻璃纤维棉<sup>[26]</sup>,厚度 30 mm。由铝合金薄板等将其固定在加热器和介质盛筒周围,起保温和隔热作用。设计计算和试验结果表明,30 mm 厚度的保温棉,可以保证温度达到消毒状态后,耐热贮热消毒介质与消毒装置外壳的温差保持在 262℃ 以上。使消毒装置外壳温度低于 43℃。

## 5 介质接触消毒效果

应用上述技术研制的消毒装置及特种耐热贮热杀菌消毒介质,对苹果、梨、樱桃、草莓、蓝莓、桃、杏、核桃

等 10 余个果树树种进行离体快繁无菌操作工具的快速消毒。每年离体快繁果树苗 500 余万株,连续三年切割分离育苗 1500 余万株,无菌效果全部合格。同时以传统的酒精灯消毒杀菌法为对照进行了比较。对照平均每人每天(8 h)分离果树植株苗 1560 株,消耗酒精 0.267 kg 用于无菌操作工具的消毒。平均每天有 38 株不能达到无菌要求,占分离植株总数的 2.43%。由于新消毒杀菌法使用的消毒装置工作过程 2/3 的时间都处于保温状态,用电量非常少。平均每人每天(8 小时)分离果树植株苗 1950 株,消耗电能 0.27 kW·h 用于无菌操作工具的消毒,分离植株苗全部达到无菌要求。节能效果、分离植株苗速度、无菌合格率都明显优于对照。同时克服了对照在消毒过程中,环境污染严重,有火灾隐患等缺点。表 1 是应用新杀菌消毒法,一人操作平均每天切割分离植株苗的数量、耗能等数据与对照的比较。由表 1 可以看出,每天的切割分离植株数量增加了 15.38%,而耗能费用却降低了 78.01%。

对照每次消毒都是由人工操作将切割分离工具需消毒部位置于点燃的酒精灯火焰上烧烤,并反复晃动,以使切割分离工具需消毒部位得到均匀的加热并消毒,这样虽然能够达到消毒目的,但切割分离工具在火焰上的烧烤过程需要专门的时间,而且烧烤时间和晃动幅度很容易产生操作误差,稍有不慎,就会造成减慢分离速度和消毒不彻底的后果。新消毒杀菌法每次切割分离果树植株后,只需将切割分离工具需消毒部位插入电加热介质接触式杀菌消毒装置内即可,该装置内 300℃ 的消毒介质,可使切割分离工具需消毒部位在 15s 内自动完成加温消毒。如果交替使用多套切割分离工具,切割分离操作和消毒过程可同时进行,无需专门的消毒时间,明显提高了果树植株的切割分离速度。

表 1 两种消毒方法效果比较

Table 1 Comparison of main data in this two sterilization methods

消毒方法	果树茎尖切割分离植株数 /株·(d·人) <sup>-1</sup>	无菌合格率 /%	所耗 能源	耗能(质)数量 /d·人 <sup>-1</sup>	单价 /元	耗资 /元·d <sup>-1</sup>	空气 污染	直接火 灾隐患
酒精灯消毒	1560	97.57	酒精	0.267 kg	2.30 kg	0.614	有	有
介质接触消毒	1950	100	电能	0.27 kW·h	0.50 kW·h	0.135	无	无

## 6 结 论

目前普遍采用的酒精灯消毒方法,明显存在速度慢,耗能大,污染空气,有火灾隐患等缺点。本文提供的特种介质接触式消毒方法,应用现代控制和加热技术研制了自动化加热器与特种无毒无味耐热贮热材料结合,组成专用电加热介质接触式杀菌消毒装置。使用该装置对果树组培快繁中切割分离工具进行杀菌消毒。速度

快,效果好,操作简单,耗能少,无污染,无直接火灾隐患。克服了传统的酒精灯杀菌消毒方法具有的缺点。其效果完全达到了设计要求。这种新消毒方法的应用,对果树组培快繁技术的发展具有进一步完善和推动作用。

### [参 考 文 献]

- [1] 魏明坤,张广军,张丽鹏,等. 渗硅碳化硅材料结构与性能关系的研究[J]. 硅酸盐学报, 2002, 30(2): 252—257.
- [2] 丁学文,庄元其,王 俊. 新型耐热材料芳基乙炔聚合物的性能[J]. 合成树脂及塑料, 2004, 21(5): 50—53.

- [3] 常冠军,罗 炫,孙建勋,等. 新型耐热材料亚胺酮(PIK-I)的合成与性能[J]. 青岛科技大学学报,2007,28(1):39-42.
- [4] 刘景林,李连洲. 利用碳化硅制造的耐磨复合材料[J]. 国外耐火材料,2005,30(4):55-56.
- [5] 吴雅琴. 我国生物技术在落叶果树育种中的应用现状[J]. 河北果树,2002,(4):1-3.
- [6] Fouad M M, Gomaa A H, El Zaher M H A, et al. Factors influencing in vitro establishment and multiplication stages of peach[J]. *Acta Horticulturae*, 1995,(409): 191-196.
- [7] Hammerschlag F A. Factors affecting establishment and growth of peach shoots in vitro[J]. *Hort Science*, 1982, 17(1):85-86.
- [8] 李昌珠, Sedlak Jiri, Jan Blazek, 不同基因型欧洲梨离体繁殖研究[J]. 果树学报,2002,19(4):227-230.
- [9] 薛光荣. 茎尖培养等处理脱除梨病害的技术研究[J]. 中国果树,1996,(3):9-11.
- [10] 吴延军,张昌杰,张上隆. 桃组织培养和遗传转化研究现状及展望[J]. 果树学报,2002,19(2):123-127.
- [11] 王国平,洪 霓. 梨病毒温室鉴定技术研究[J]. 中国果树,1998,(2):8-10.
- [12] 陈正华. 木本植物组织培养及其应用[M]. 北京:高等教育出版社,1986:290-314.
- [13] 江虎军,潘季淑,孟新法. 桃 (*Prunus persica* L.) 茎尖培养技术的研究[J]北京农业大学学报,1993,19(1):49-52.
- [14] 段振华. 现代高新灭菌技术及其在食品工业中的应用研究[J]. 中国食物与营养,2006,(9):28-30.
- [15] 张 宇. 消毒灭菌技术的发展现状及方向[J]. 口岸卫生控制,2006,11(1):2-5.
- [16] 姚 开,李 庆,贾东英,等. 食品非热力杀菌新技术[J]. 食品与酵工业,2001,(8):52-53.
- [17] Ariette M M, Bregje K, Robert W, et al. Bartels advantages of high pressure sterilization on quality of food products[J]. *Trends in Food Science & Technology*, 2004,15:79-85.
- [18] 张道辉,苑克俊,沈广宁,等. 单片机果品贮藏环境监控系统的设计[J]. 山东农业科学,2006,(1):71-74.
- [19] 张道辉,曲健禄,黄 华,等. 果树保护地栽培棚温自动调控系统[J]. 农业机械,2004,(5):57.
- [20] 张道辉,鲁墨森,王太明,等. 电子测控仪器标准信号输出装置[P]. 中国专利:ZL00247521. 9, 2001-05-16.
- [21] 王新贤,蒋富瑞. 实用计算机控制技术手册[M]. 济南:山东科学技术出版社,1994:833-854.
- [22] 焦德辉. 金属陶瓷二硅化钼的性质及应用[J]. 中国陶瓷,1997,18(5):33-36.
- [23] 李 敏,张佐光,仲伟虹,等. 聚酰亚胺树脂研究与应用进展[J]. 复合材料学报,2000,17(4):48-53.
- [24] 姚维廉. 抗环境腐蚀耐热材料的发展[J]. 机械工程材料,1994,18(2):6-15.
- [25] 冯春祥,宋永才. 超耐热 SIC 纤维的研究[J]. 材料导报,1994,(3):67-70.
- [26] 刘丹丹,周雪松,赵耀明,等. PBO 纤维的性能及应用[J]. 合成纤维,2005,28(5):43-46.

## Utilization of heat storing endurance of specific medium on the fruit tree tissue culture and propagation in vitro

Zhang Daohui, Liu Qingzhong, Wang Shuzhen, Ai Chengxiang, Wei Hairong

(Shandong Institute of Pomology, Key Laboratory for Fruit Biotechnology Breeding of Shandong, Tai'an 271000, China)

**Abstract:** A new method for sterilizing the cutting tools of fruit tree aseptic culture during the fruit tree tissue culture and propagation in vitro was introduced. A newly roboticized heater with modern control and heating technology was used in this method. An innocuous, flavourless and high-temperature-enduring solid material was selected and processed to be the 2 mm-diameter spheroid as a specific sterilization medium. After heating the medium, the heat storing endurance was used to sterilize contactly the cutting tools of aseptic operation, and good results were continuously obtained for three years. By this method, the disadvantages of low speed, high energy consumption, serious air pollution and possibility to set off fire of traditional alcohol burner sterilization were overcome. As a result, the speed of fruit tree propagation in vitro was increased by 15.38%, the energy consumption was decreased greatly, and the air pollution and possibility to set off fire were avoided thoroughly as well.

**Key words:** fruit tree tissue culture and propagation; sterilized cutting tool; contact sterilization of medium; application effect