

不同参数组合超声波预处理对切花月季‘萨蔓莎’保鲜效果的影响

安晓芹^{1,2}, 贺文婷^{2,3}, 郭维明², 宁世华^{2,4}

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095;
3. 中国农业科学院 植物保护研究所, 北京, 100094; 4. 南京市园林实业总公司, 江苏 南京 210037)

摘 要:以瓶插寿命、鲜重变化为指标,以频率、功率与处理时间为参数,研究比较了不同组合超声波预处理对切花月季的保鲜效果。结果表明:适宜参数组合的超声波预处理促进了瓶插前期花枝鲜重的增加并抑制了后期鲜重的降低,延长了切花寿命;低频(25 000 Hz)超声波预处理保鲜效果优于高频(40 000 Hz);2种频率处理时,70 W均为最佳功率,100 W均不利于保鲜;25 000 Hz频率的各处理中,除40 W外,在60 min范围内随处理时间的延长,保鲜效果基本呈递增趋势;超声波对切花月季‘萨蔓莎’的最佳预处理组合为:25 000 Hz、70 W、60 min,预处理后切花寿命延长了1.5 d;超声波预处理过程对水介质会产生热效应,低频较高频、高功率较低功率升温效应强;玻璃介质不影响超声波预处理作用。超声波可应用于鲜切花采后预处理环节,但处理参数需进行筛选。

关键词:切花月季;超声波预处理;参数;瓶插品质;介质;温度

中图分类号:S 685.120.93 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0139-04

超声波(Ultrasonic wave)是频率高于20 000 Hz、超出人耳听觉频率高限的超声振动,具有机械效应、热效应和空化效应^[1],超声波技术在提取、杀菌、均质和检测等方面得到广泛应用^[2],并在植物种子催芽^[3]、提高外源基因转化表达效率^[4]等方面亦有较为深入的研究。曾武清^[5]在缩短切花预处理时间的研究中发现,超声波有利于促进切花菊等鲜切花的保鲜效果,此后针对切花菊不同品种以及香石竹、月季^[6-8]、蜡梅^[9-10]、睡莲^[11]、非洲菊^[12]等鲜切花种类进行超声波预处理的保鲜效应与机理研究常见报道,但针对同种或不同种切花采用不同参数超声波处理,比较其作用效果的研究却鲜见报道。现以切花月季为试材,采用频率、功率以及处理时间的不

同参数组合对花枝进行超声波预处理,比较其瓶插品质的差异,以期筛选适宜的预处理参数,研究探讨超声波不同参数对切花保鲜的影响规律及原因。

1 材料与方法

1.1 试验材料

切花月季‘萨蔓莎’(*Rosa hybrida* ‘Samantha’)购自南京沧波门园艺场及溧水农场,清晨采切松蕾期(萼片下垂、外缘1~2片花瓣开始松展)、40~50 cm长、生长一致的健壮花枝,报纸包装,2 h后花材带回实验室立即复水1 h,去除基部10 cm以下叶片,于去离子水中剪切至25 cm备用。试验仪器:昆山市超声仪器有限公司产:KQ-100DB型医用数控超声波清洗器(25 000 Hz,体积=长×宽×高=30 cm×15 cm×10 cm=4 500 cm³,功率、时间可调);KQ-100DE型医用数控超声波清洗器(40 000 Hz,体积=长×宽×高=30 cm×15 cm×10 cm=4 500 cm³,功率、时间可调)。超声波强度=功率/面积(W/cm²)。

第一作者简介:安晓芹(1976-),女,硕士,讲师,现主要从事花卉和花卉生理学及果树种质资源的教学与科研工作。E-mail:184580644@qq.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070540)。

收稿日期:2012-11-26

Abstract: Taking biological pesticide Lindebao as material, the prevention effect to *Dendrolimus houi* Lajonquiere and *D. kikuchii* Mats were studied. The results showed that mortality rate was respectively 90.51% and 94.02% when 24 hours and 20 days after the pesticide were sprayed. The other natural enemy and insects were still active except bees. Lindebao had good effect to kill the pine moth and make it's stomach toxic, and it was safe to major natural enemy and beneficial insects.

Key words: Lindebao; *Dendrolimus houi* Lajonquiere; *Dendrolimus kikuchii* Mats; prevention; effect

1.2 试验方法

1.2.1 超声波技术参数组合设计及花枝预处理 以超声波(UW)2种频率(25 000、40 000 Hz)、3种功率(40、70、100 W)及3种处理时间(20、40、60 min)随机组合,设计18个预处理超声场,对照(CK)花枝直接插于离子水中,各组处理5枝重复。预处理时花枝插于内盛去离子水(液面高7 cm)的500 mL烧杯中,再置于相应超声场中,其槽内液面高7 cm。

1.2.2 不同参数组合超声波预处理过程花枝插放介质温度变化动态观察 不同频率、功率组合下超声波处理过程,每10 min测1次介质水温度并记录。

1.2.3 玻璃介质对超声波预处理保鲜效果的影响比较 进行2种超声波组合预处理‘萨曼莎’花枝,共计5组处理,观察比较处理过程中玻璃介质对其瓶插效果是否存在影响:对照:去离子水中瓶插;超声场:花枝直接插于超声场水介质中(7 cm高),分别进行25 000 Hz、70 W、60 min或40 000 Hz、70 W、60 min预处理;玻璃介质+超声场:花枝插于内盛7 cm高去离子水的0.1 cm厚玻璃烧杯,再置于超声场水介质中(7 cm高),分别进行25 000 Hz、70 W、60 min或40 000 Hz、70 W、60 min预处理。

1.3 项目测定

花枝预处理结束后,于300 mL广口瓶中去离子水浸基5 cm瓶插,置于室内无阳光直射处,室温(25±2)℃,相对湿度50%~80%,每2 d更换瓶插水。

表1 超声波不同频率、功率及处理时间组合预处理对月季‘萨曼莎’切花瓶插品质的影响

Table 1 Effects of ultrasonic pretreatment with different frequency, power and time on qualities of cut rose ‘Samantha’ during vase

处理 Treatments	超声波参数 Ultrasonic parameter			瓶插品质 Vase quality			超声波保鲜效果评价 Effect evaluation of ultrasonic preservation
	频率 Frequency/Hz	功率 Power/W	时间 Time/min	瓶插寿命 Vase life/d	鲜重增加最大百分率 Maxium percentage of FW increased/%	鲜重下降最大百分率 Maxium percentage of FW decreased/%	
CK	—	—	—	4.5bAB(2)	10.72bB(2)	16.50bAB(2)	6/6=1.00
1	25 000	40	20	5.0aA(1)	13.50aA(1)	15.71aA(1)	3/6=0.50
2			40	5.0aA(1)	10.16bB(2)	15.86aA(2)	5/6=0.83
3			60	4.0cB(3)	13.02aA(1)	22.33cB(3)	7/6=1.17
CK	—	—	—	4.5cB(3)	10.72dD(4)	16.50dD(4)	11/11=1.00
4	25 000	70	20	5.0bB(2)	13.26cC(3)	10.79cC(3)	8/11=0.73
5			40	5.5bB(2)	14.25bB(2)	9.15bB(2)	6/11=0.55
6			60	6.0aA(1)	16.05aA(1)	4.00aA(1)	3/11=0.27*
CK	—	—	—	4.5aA(1)	10.72bB(2)	16.50bB(2)	5/5=1.00
7	25 000	100	20	4.5aA(1)	8.09dD(4)	14.17aA(1)	6/5=1.2
8			40	4.5aA(1)	9.73cC(3)	17.53bC(2)	6/5=1.2
9			60	5.0aA(1)	14.05aA(1)	17.93cC(3)	5/5=1.00
CK	—	—	—	4.5aA(1)	10.72bB(2)	16.50aA(1)	4/4=1.00
10	40 000	40	20	4.0aA(1)	9.96cC(3)	18.00cB(3)	7/4=1.75
11			40	4.5aA(1)	12.50aA(1)	17.05bC(2)	4/4=1.00
12			60	4.0aA(1)	10.75bB(2)	20.10dD(4)	7/4=1.75
CK	—	—	—	4.5bB(2)	10.72bB(2)	16.50bB(2)	6/6=1.00
13	40 000	70	20	5.0aA(1)	14.79aA(1)	17.14cB(3)	5/6=0.83
14			40	4.0bB(2)	8.85cC(3)	17.28cB(3)	8/6=1.33
15			60	5.0aA(1)	11.35bB(2)	15.54aA(1)	4/6=0.67
CK	—	—	—	4.5aA(1)	10.72cC(3)	16.50aA(1)	5/5=1.00
16	40 000	100	20	4.0aA(1)	13.02aA(1)	23.03dD(4)	6/5=1.20
17			40	4.5aA(1)	11.11cC(3)	19.77cC(3)	7/5=1.40
18			60	4.7aA(1)	12.19bB(2)	18.55bB(2)	5/5=1.00

注:Duncan's multiple-range test (a=0.05;A=0.01)。表3同。

进行瓶插品质各项指标的观察与测定。瓶插寿命(VL):以切花外缘花瓣或叶片50%出现萎蔫,或初现弯颈的天数(d)表示;鲜重变化百分率(FW):瓶插期间每24 h称量各组花枝鲜重,计算鲜重变化百分率即:鲜重变化百分率(%)=[(测量日花枝鲜重-初始花枝鲜重)/初始花枝鲜重]×100%。确定瓶插期间鲜重增加最大百分率(均为第2天出现),鲜重下降最大百分率(采用各处理中最短瓶插寿命出现日(第4天)之前的数据);各处理瓶插效果排序:按各组4个处理0.05水平方差显著性分析结果自a至d的排列序号为(1)、(2)、(3)和(4),若字母相同则并列;各处理保鲜效果评价:以每组4处理各指标的排列序号之和与该组对照各指标排列序号之和的比值表示,比值=1表示处理与对照无差别,比值<1时,比值越小表明该组合保鲜效果越好,比值>1,则表明该组合保鲜效果低于对照。

2 结果与分析

2.1 不同参数超声波预处理组合对‘萨曼莎’瓶插品质的影响

由表1可知,与对照相比,不同参数超声波预处理对切花月季‘萨曼莎’瓶插品质存在差异:相同功率、处理时间条件下,在频率选择上,25 000 Hz更适用于‘萨曼莎’采后预处理,特别是70 W下各组处理均延长了切花寿命,促进了瓶插前期花枝鲜重的增加并抑制了后期鲜重的降低,而40 000 Hz整体效果不佳,仅70 W下具

一定保鲜效果;相同频率、处理时间条件下,70 W 处理保鲜效果整体优于 40 及 100 W,无论频率高低 100 W 均不利于‘萨蔓莎’保鲜,40 W 处理未见规律性影响;25 000 Hz 频率各处理中,除 40 W 外,在 60 min 范围内随处理时间的延长,保鲜效果基本呈递增趋势;25 000 Hz、70 W、60 min 预处理后花枝瓶插寿命延长 1.5 d,鲜重在瓶插第 2 天增加了 16.05%,而后期仅下降了 4%,瓶插品质综合评价为 0.27,为最佳处理组合。

此外,超声波处理过程中,肉眼可观察到超声波辐射压在介质水面引起的骚动效应,可使水喷出水面几毫米以外,并发现经超声波处理的花茎表面附着有一层小气泡,而对照中则未观察到这一现象。

2.2 不同参数超声波组合对花枝插放介质的温度效应

表 2 结果表明,不同参数超声波组合处理过程花枝插放介质(去离子水)的温度均随处理时间的延长而增加;同一频率下,超声波对介质的增温效应随处理功率的增加而增强;当功率相同时,低频率(25 000 Hz)超声波增温效应均强于高频率(40 000 Hz),如 25 000 Hz、70 W 与 40 000 Hz、70 W 处理组合水温分别以 3.2℃/10min 和 1.7℃/10min 的平均速度上升,至 60 min 时介质温度分别为 42℃和 33℃;观察发现,40 W 条件下,25 000 Hz 与 40 000 Hz 处理介质温度分别以 2℃/10min 及 1℃/10min

表 2 超声波不同频率、功率、处理时间组合

表 3 超声波预处理时玻璃介质对‘萨蔓莎’切花保鲜效果的影响

Table 3 Effects of glass medium on qualities of cut rose ‘Samantha’ in which flower branches were situated when ultrasonic pretreatment

处理 Treatment	超声波参数 Ultrasonic parameter	瓶插寿命 Vase life/d	鲜重增加最大百分率 Maxium percentage of FW increased/%	鲜重下降最大百分率 Maxium percentage of FW decreased/%
对照	—	4.5bB	10.72bB	16.50bB
超声场	25 000 Hz、70 W、60 min	6.0aA	15.90aA	13.70aA
玻璃烧杯+超声场	25 000 Hz、70 W、60 min	6.0aA	16.05aA	4.00aA
对照	—	4.5bB	10.72aA	16.50bB
超声场	40 000 Hz、70 W、60 min	5.0aA	11.40aA	15.50aA
玻璃烧杯+超声场	40 000 Hz、70 W、60 min	5.0aA	11.35aA	15.54aA

3 讨论与结论

超声波不同频率、功率、时间组合处理对切花月季‘萨蔓莎’瓶插寿命、鲜重变化具有不同的影响,适宜的参数组合具有保鲜效应,这可能是由于超声波具有在液体介质中形成充满该液体蒸汽微小气泡的空化效应,该超声空化可有效集中能量,将超声场原本较低的能量密度在振动中的该空泡内部及边缘汇集成高密度能量而能产生生物物理学效应^[1]。课题组曾采用超声波、保鲜剂以及超声波与保鲜剂复合预处理切花月季‘萨蔓莎’,比较其花茎瓶插后 6 h 内及瓶插期间的水分状况,3 种预处理不同程度提高了花茎不同部位的水势、花枝鲜样质量、相对含水量、吸水量及其与失水量的平衡,保持了较好的水分关系,延长了切花的瓶插寿命^[7],因此超声波处理所产生的空化效应,可能涉及减轻或抑制了导管

预处理对水介质的温度效应

Table 2 Effects of ultrasonic pretreatment combined with different frequency, power and time on temperature of water medium

频率 Frequency/Hz	功率 Power/W	温度 Temperature/℃							
		0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min	
25 000	40	23	25	27	29	31	33	35	
	70	23	30	34	36	40	42	42	
	100	23	31	36	41	45	48	50	
40 000	40	23	24	25	26	27	28	29	
	70	23	26	27	29	31	32	33	
	100	23	26	29	31	34	36	38	

注:室温为 23℃。

匀速上升,更高功率作用时,25 000 Hz 条件下,处理前期介质温度上升较快,最高达 8℃/10min,随处理时间的延长温度增幅逐渐减小,40 min 后趋于 2~3℃/10min,而 40 000 Hz 处理的介质温度上升速度增至 2~3℃/10min,增速仍较均匀。

2.3 玻璃介质对超声波作用的影响

表 3 结果说明,25 000 Hz、70 W、60 min 与 40 000 Hz、70 W、60 min 2 组超声波对‘萨蔓莎’花枝进行预处理,花枝直接插于超声场处理与先插于玻璃烧杯中再置于超声场的处理间,其切花瓶插寿命、鲜重变化均无显著性差异,表明玻璃介质的存在与否不影响超声波对于切花瓶插品质的作用。

的生理性或微生物堵塞,加之冲流效应也会促进介质吸收而起到了疏通导管的作用,有利于花枝吸汲水分传导,改善水分状况,从而延缓衰老。此外,超声波不同切花种类保鲜试验结果均表明,单独应用超声波或保鲜剂预处理虽有一定保鲜效果,但二者结合效果更佳,可见超声波促进了花枝对保鲜剂的吸收。

超声波的空化现象随频率上升而下降^[1],该试验中低频 25 000 Hz 处理保鲜效果总体优于高频 40 000 Hz,推测超声波的切花保鲜效应与空化作用,即与作用频率存在一定数量关系,但之间是否表现为正相关,有待进一步研究。但夏晶晖等^[12]预处理非洲菊所采用的超声波频率为 59 000 Hz,远高于 40 000 Hz,亦有较好保鲜作用,可能因花材种类不同存在的花茎结构差异对超声波的频率要求不一,可进一步开展试验研究草本与木本、相同质地不同种类以及同种不同品种鲜切花的超声波

预处理适用频率。

超声波随处理时间延长对介质均有增温效应,这是由于空化过程中,超声波处理时气核迅速膨胀,并被周围的液体蒸汽或气体充满,随后内外压力悬殊使空化塌陷、破裂,把集中的声能在极短的时间和极小的空间内释放出来,使介质局部形成高温高压环境,同样功率条件,低频 25 000 Hz 增温效果高于 40 000 Hz,这与低频空化效应强有关,而同样频率下,功率越大增温效应越强,最佳组合 25 000 Hz、70 W、60 min 下,温度可增至 40~42℃ 约 30 min 以上,因此,切花在空化效应影响时还处于短期热激作用之下,目前关于果蔬贮藏前应用热激处理保鲜的报道很多^[13],可以推测不同功率的保鲜效应归因于其提高介质温度,从而对花枝产生影响,2 种频率超声波均为 70 W 保鲜效果最好,而任何频率下,100 W 均不利于‘萨蔓莎’保鲜,这是因为功率过高可能导致水介质温度过高损伤花枝,而功率过低则达不到热激效果,因此功率必须适当才可发挥保鲜作用。

介质比较结果表明,花枝直接置于超声场水介质处理或玻璃烧杯水介质中再置于超声场水介质中处理,超声波保鲜效果差异不显著,即玻璃介质的有无对超声波处理后花枝瓶插寿命及鲜重变化无明显影响,超声波空化形成的辐射压大小仅与波强及波速有关^[1],玻璃介质厚度(0.1 cm 左右)对于超声波传播速度的影响可忽略不计,即不影响超声场强,也不影响超声波处理效果。

参考文献

- [1] 利普和. 物理因子的生物效应[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 80-90.
- [2] 洪爱俊, 田双起. 超声波技术在农副产品生产中的应用的研究进展[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(2): 71-72, 81.
- [3] 史锋厚, 刘传志, 李晓军, 等. 超声波处理对油松种子萌发的影响[J]. 种子, 2011, 30(8): 81-83.
- [4] 狄红梅, 王学府, 曹秋芬, 等. 超声波处理对大白菜花粉管通道法转基因的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(3): 1304-1306.
- [5] 曾武清. 乙烯对切花菊衰老的影响及保鲜研究[D]. 南京: 南京农业大学, 1996.
- [6] 陈素梅, 曾武清, 李永生, 等. 超声波预处理对 3 种切花瓶插品质改良的初步研究[J]. 江苏林业科技, 2000, 27(增刊): 52-54.
- [7] 郭维明, 安晓芹, 陈素梅. 超声波与保鲜剂对切花月季‘萨蔓莎’水分状况的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(6): 695-698.
- [8] 贺文婷, 安晓芹, 郭维明. 超声波及与保鲜剂复合预处理对切花菊‘绿皇后’贮藏效果的影响[J]. 江苏林业科技, 2008, 35(4): 11-14.
- [9] 郭维明, 贺文婷. 超声波及其复合保鲜技术对素心蜡梅切枝短期贮藏的影响[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(增刊): 84-87.
- [10] 贺文婷, 安晓芹, 郭维明. 超声波与复合保鲜剂预处理对素心蜡梅离体小花和花枝保鲜效应的影响[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(6): 661-665.
- [11] 贺文婷, 郭维明. 超声波对蓝睡莲湿藏期间水分状况和膜稳定性的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(2): 328-332.
- [12] 夏晶晖, 李名扬. 超声波对非洲菊切花水分状况和膜稳定性影响[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(8): 58-60.
- [13] 周涛, 许时婴, 王璋, 等. 热激处理及贮藏温度对水蜜桃果实生理生化变化的影响[J]. 中国南方果树, 2003, 32(2): 39-44.

Influence of Preservation Effect in Cut Rose Samansha Under Ultrasonic Pretreatment with Different Parameter Combinations

AN Xiao-qin^{1,2}, HE Wen-ting^{2,3}, GUO Wei-ming², NING Shi-hua^{2,4}

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095; 3. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094; 4. Nanjing Landscape Company, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract: Vase life and fresh weight as the indices to compare the preservation effect of ultrasonic pretreatment on cut rose with different combinations of frequency, power and treatment time. The results showed that suitable parameter combination of ultrasonic pretreatment could increase fresh weight at the early stage of vase holding, and inhibit its decreasing during the later period, and prolong vase life. View the general conclusions as a whole, fresh-keeping effect of low frequency(25 000 Hz) was better than high frequency(40 000 Hz), under these two frequencies, 70 watt always was the best power, and 100 watt was opposite; under 25 000 Hz, preservation effect of all treatments except 40 watt treatment presented basically an increasing trend which followed treatment time during 60 min; the best pretreatment of ultrasonic wave was 25 000 Hz, 70 W, 60 min, the vase life of cut rose was prolonged 1.5 days. Ultrasonic wave would produce thermal effect in the medium during pretreatment, the heat increased effect of low frequency was stronger than high frequency, and high power stronger than low power. Glass used as medium did not affect preservation effect of ultrasonic wave. So the ultrasonic wave could be applied to pretreatment in postharvest on cut flower, but the pretreatment parameter of which should be screened.

Key words: cut rose; ultrasonic pretreatment; parameter combination; vase quality; medium; temperature