

超声波对芦笋贮藏品质和抗氧化能力的影响

魏云潇,何良兴,徐庭巧

(浙江省杭州市余杭区农产品监测中心,浙江杭州 311199)

摘要:研究不同超声波频率(20、60、100kHz)处理对芦笋贮藏品质和抗氧化能力的影响,分析贮藏过程中呼吸速率、色泽、硬度、总酚、抗坏血酸、抗氧化力、霉菌和细菌总数的变化。结果表明:超声波能有效地降低细菌与霉菌数量,保持芦笋的硬度,抑制呼吸速率的升高,提高贮藏中期总酚含量、抗坏血酸水平,但对色泽无显著影响。随着贮藏时间的延长,超声波对芦笋的效果逐渐消失。超声波具有潜在的应用背景。

关键词:芦笋,超声波,品质,贮藏,抗氧化

Effect of ultrasound waves on quality and antioxidant activity of asparagus during storage

WEI Yun-xiao, HE Liang-xing, XU Ting-qiao

(Yuhang District Agricultural Monitoring Centre of Hangzhou, Hangzhou 311199, China)

Abstract: The effect of ultrasound waves (20, 60 and 100kHz) on quality and antioxidant activity were investigated, while respiration rate, color, hardness, total phenolic content, ascorbic acid, antioxidant activities, bacterial count and mold counting were evaluated. The results indicated that ultrasound waves kept hardness and the contents of ascorbic acid, promoted accumulation of total phenolics in the middle stage of storage, reduced the numbers of bacteria and mould of asparagus, inhibited the respiratory rates, but had no significant effect on color. The longer the time of after storage, the worse the effect of ultrasound waves on asparagus. Ultrasound wave was an effective integrated freshness-keeping technique for extending storage life.

Key words: asparagus; ultrasound wave; quality; storage; antioxidant activities

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2013)07-0336-04

食品保藏是一个极具挑战性的课题。超声波是机械振动在媒质中的传播过程,其频率一般在 20kHz 以上。超声波有许多特殊的物理性能,无化学残留、安全性高、简便有效,目前广泛应用于食品的提取、干燥、过滤、结晶、解冻、乳化、发酵、食品生产环境的清洗、灭菌、食品体系的检测、分析等^[1]。本实验通过研究,初步探讨不同频率超声波对芦笋贮藏品质特性和抗氧化能力的影响,为蔬菜贮藏加工提供新的科学理论依据和方法。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

芦笋 浙江省新昌县芦笋生产基地;化学试剂 中国国药集团。

DS-I 型组织捣碎机 于上海标本模型厂;BR4i 型冷冻离心机 法国 Jouan 公司;Waters 1525 型高效液相色谱仪 美国;UV-2450 分光光度计 日本

Shimadzu;ODS-3 型色谱柱 日本;水浴式超声波仪器 广州市新栋力电子设备有限公司。

1.2 实验方法

剪去芦笋底端白色部分,裁切成 27cm 长,分做 4 个处理:a.对照(清水浸泡);b.超声波 20kHz;c.超声波 60kHz;d.超声波 100kHz。

浸泡芦笋 10min,自然晾干 1h。然后用 0.025mm × 30cm × 25cm 的聚乙烯袋(PE)包装,每袋装(500 ± 20)g,每个处理 10 袋,共装 40 袋。

将芦笋放置于(2 ± 2)℃冰箱中(采摘第 1d 看做作实验第 0d 测其相关数值)。每 5d 每个浓度水平从任意 3 袋中各取(100 ± 20)g 混合,取距下部 8~12cm 处测定呼吸速率、颜色、剪切力、失重率、细菌和霉菌数量。芦笋液氮速冻后,密封放置于-80℃低温冰箱保存,用于测定总酚、总黄酮、抗坏血酸、抗氧化力含量变化。

1.3 测定方法

1.3.1 呼吸速率 采用静置法测定^[2]。

1.3.2 色泽 采用全自动色差计(SC-80C 型)测定芦笋颜色变化。用三刺激色值(L*, a*, 色度角)表示^[3]。

收稿日期:2012-08-14

作者简介:魏云潇(1982-),女,博士,工程师,主要从事农产品质量安全的研究。

基金项目:国家质检总局科技计划项目(2010QK418)。

1.3.3 硬度 硬度可以表示芦笋茎段的质地,由质地检测仪测定。TA-XT2i 型分析仪探头直径为5mm。每个硬度实验的开始速度为2mm/s,接触物品速度变为1mm/s,接触物品后速度为10mm/s。

1.3.5 总酚 总酚含量测定采用Folin 酚法^[4]。

1.3.7 抗坏血酸 采用 Leong 等^[5]的反相液相色谱和紫外检测器法。

1.3.8 抗氧化力 采用 DPPH 自由基清除力和 FRAP 法。DPPH 自由基清除力的测定参考 Brand-Williams 的方法^[6],FRAP (Ferric reducing antioxidant power) 参照 Benzie 和 Strain 的方法^[7]。以 Trolox 为标准样品,制作标准曲线,DPPH 自由基清除力和 FRAP 值用 $\mu\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ Trolox 表示。

1.3.9 微生物检测 参照 GB/T 4789.2-2010, GB4789.15-2010, 分别采用马铃薯和葡萄糖琼脂培养基和牛肉膏蛋白胨琼脂培养基测定霉菌和细菌。

1.4 实验数据分析方法

实验数据采用 Excel 和 SPSS 数据处理系统进行分析,实验数据采用 ANOVA 进行邓肯氏 (Duncan) 差异分析。

2 结果与分析

2.1 超声波对芦笋呼吸速率的影响

由图1可知,芦笋采摘后贮藏于低温条件下,其呼吸相关酶类活性快速下降,导致芦笋呼吸速率呈现先下降后上升的趋势,后期随着芦笋衰老的进程呼吸速率升高。结果表明:贮藏10d,超声波60、100kHz处理组芦笋呼吸速率分别为对照73.1%、75.9%,差异水平显著。贮藏15d,超声波20、60kHz处理组芦笋呼吸速率分别比对照组低9.8%、11.3%,差异水平显著。贮藏15、20d时,超声波100kHz处理组芦笋呼吸速率显著高于对照组($p < 0.05$)。超声波对芦笋的呼吸速率有抑制作用,并随贮藏时间延长作用力逐渐消失。

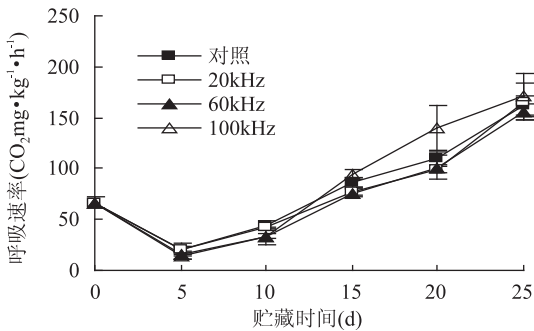


图1 超声波对芦笋呼吸速率的影响
Fig.1 Effect of ultrasound waves on respiration rate of asparagus

2.2 超声波对芦笋色泽的影响

色泽是绿叶蔬菜的重要品质指标,脱绿黄化是芦笋衰老的表现特征。如图2所示芦笋 a^* 值都呈上升趋势,色度角呈下降趋势。贮藏5d,超声波提高芦笋 a^* 值,并降低了芦笋色度角,但差异水平不显著,说明超声波清洗对芦笋贮藏中的色泽虽有一定破坏作用但没有显著影响。贮藏10d后,超声波处理抑

制了芦笋 a^* 值的升高,并提高色度角。超声波处理对芦笋的色泽起一定的积极作用,但是频率能量不能过大,否则对芦笋的色泽有一定破坏作用。

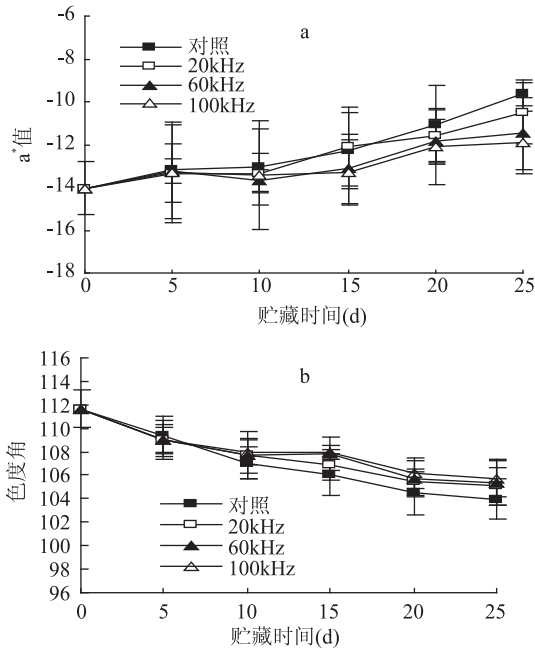


图2 超声波对芦笋 a^* 值(a)和色度角(b)的影响
Fig.2 Effect of ultrasound waves on a^* value(a) and hue angle(b) of asparagus

2.3 超声波对芦笋硬度的影响

随着贮藏时间的延长,芦笋硬度呈现初期上升后下降趋势(图3)。超声波清洗有助于维持芦笋的硬度水平,贮藏15d前超声波处理后芦笋的硬度低于对照,此后高于对照。贮藏15d时,超声波60、100kHz两处理组芦笋硬度水平分别比对照组低1.82、2.09N,差异水平显著($p < 0.05$)。超声波具有激发细胞的活性作用,能够不破坏细胞壁促进细胞生长,改进细胞的质量传输机制,加速细胞的新陈代谢过程,提高细胞内相关酶的活性^[8-10]。超声波处理对硬度的保持有效果可能与超声波对细胞的刺激作用有关。

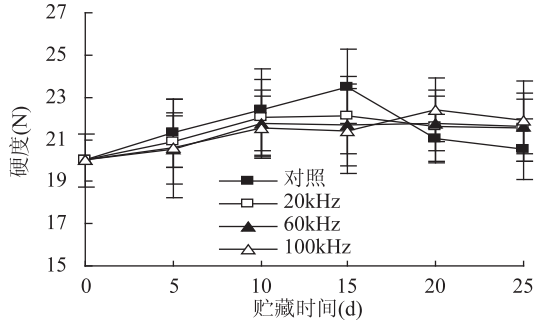


图3 超声波对芦笋硬度的影响
Fig.3 Effect of ultrasound waves on hardness of asparagus

2.5 超声波对芦笋微生物的影响

从表1中可以看出,芦笋采后菌落总数急剧增多,在贮藏25d细菌和霉菌总数分别达到 6.14×10^5 和562cfu/g。通过超声波杀菌可有效地降低芦笋表面菌数,但不能将菌落全部杀灭,超声波在液体中产生的空

表1 超声波对芦笋细菌和霉菌总数的影响(单位:cfu/g)

Table 1 Effect of ultrasound wave on bacteria and mould numbers of asparagus (cfu/g)

菌落	处理	贮藏时间(d)					
		0	5	10	15	20	25
细菌	对照	840	10.67×10^3	8.84×10^3	7.90×10^4	7.05×10^4	6.14×10^5
	20kMZ	840	1.92×10^3	13.32×10^3	12.0×10^4	1.41×10^5	6.06×10^5
	60kMz	840	4.78×10^3	6.20×10^3	6.00×10^4	2.14×10^4	3.14×10^5
	100kMz	840	9.8610^2	2.28×10^3	3.40×10^4	4.3210^4	1.9610^5
霉菌	对照	6	6.6	21.0	38.0	78.0	562.0
	20kMZ	6	3.6	3.4	15.2	74.4	736.0
	60kMz	6	2.4	18.6	8.6	54.6	608.0
	100kMz	6	3.6	6.4	13.2	60.2	360.0

化现象对微生物具有杀灭作用,但随着时间的延长效果消失。

高频率超声波有助于降低芦笋细菌及霉菌总数,但具有一定时间性;低频率超声波可能对微生物造成暂时失活的现象,从而导致一段时间后细菌数量重新增多。在贮藏 5d,超声波处理组芦笋细菌总数分别为 1.92×10^3 、 4.78×10^3 、 9.86×10^2 cfu/g,明显低于对照 10.67×10^3 cfu/g,芦笋表面霉菌为 $2.4 \sim 3.6$ cfu/g 低于贮藏 5d 前的对照。因此,超声波处理可以降低芦笋贮藏中菌落数量,从而降低芦笋贮藏中腐烂数量,提高商品价值。

2.6 超声波对芦笋总酚、总黄酮与抗坏血酸的影响

酚类物质是植物体内主要的次生代谢物质,也是植物体内重要的防御物质^[11]。从图 4a 可知,芦笋采后 10d 前总酚含量下降,此后上升。贮藏 10~20d,超声波 20、60kHz 组芦笋总酚含量显著高于对照组;除贮藏 15d 外,超声波 100kHz 对芦笋总酚的影响与对照组差异显著($p < 0.05$)。从图 4b 可以看出,随着贮藏时间的延长,抗坏血酸含量均呈下降趋势。超声波处理组芦笋在 5d 前低于对照,其中超声波 100kHz 频率处理后芦笋的抗坏血酸含量显著低于对照。贮藏 10d,超声波 20、60kHz 处理后芦笋抗坏血酸含量分别高出对照 21.8%、27.1%,差异水平显著;贮藏 15d,超声波 20、60、100kHz 三处理的芦笋抗坏血酸含量分别比对照高 23.9%、40.4%、23.9%,差异水平同样显著($p < 0.05$)。

超声波瞬态空化的气泡在崩溃瞬间出现高温高压会导致出现自由基等现象^[12],产生的高能量都可能对芦笋内部抗氧化物质造成损伤,这可能是贮藏初期超声波处理组芦笋总酚、总黄酮和抗坏血酸含量下降的原因。但超声波作用力随着时间的延长而消失,芦笋总酚、总黄酮和抗坏血酸高于对照,推测超声波对芦笋衰老过程抗氧化物质的快速下降有一定的抑制作用,但是超声波频率和能量不宜过高。

2.7 超声波对芦笋抗氧化能力的影响

贮藏 5d,超声波处理组 DPPH 自由基清除力和 FRAP 抗氧化值显著低于对照组(由图 5)。但是,贮藏 10d,超声波处理组芦笋 DPPH 自由基清除力和 FRAP 抗氧化值显著高于对照组。贮藏 20d,超声波处理组芦笋 DPPH 自由基清除力比对照组高出 28%

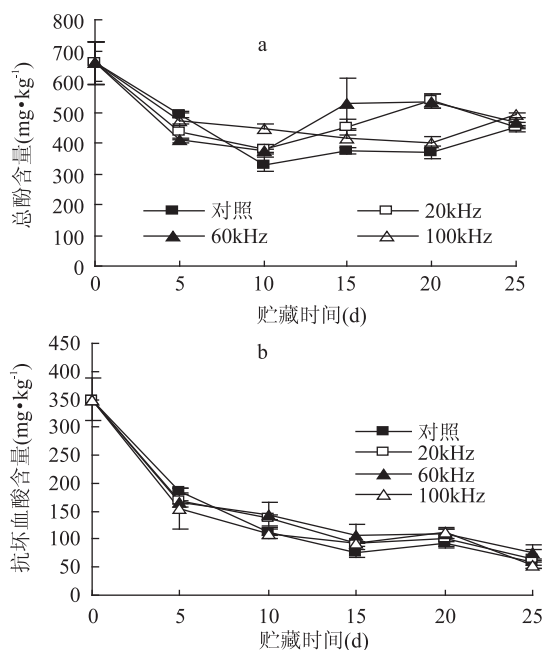


图4 超声波处理对芦笋总酚(a)与抗坏血酸(c)含量的影响

Fig.4 Effect of ultrasound wave on

total phenolic content(a), and ascorbic acid(b) of asparagus

以上,差异水平显著。贮藏 25d,超声波 100kHz 处理组芦笋 FRAP 抗氧化值比对照组高 11.51%,差异水平显著($p < 0.05$)。在贮藏 5d,超声波处理组芦笋抗氧化能力(DPPH 自由基清除力和 FRAP 抗氧化值)低于对照,而贮藏中后期超声波处理芦笋抗氧化能力高于对照,这说明超声波处理有助于提高芦笋抗氧化能力,但频率过大对芦笋短期的抗氧化能力有一定破坏作用,而且超声对芦笋作用时间有一定的时效性。

3 结论

超声波具有激发细胞的活性作用,能够不破坏细胞壁促进细胞生长。低频率高能量的超声波能够对细胞产生刺激作用,改进细胞的质量传输机制,加速细胞的新陈代谢过程提高细胞内相关酶的活性^[8-10]。本研究表明,超声波清洗对芦笋的色泽无明显影响,但对芦笋的硬度有很大程度的提高,超声波改变了芦笋的质地水平。本实验研究所采用的超声波频率单位为 kHz,频率低但能量强度高,能够改变

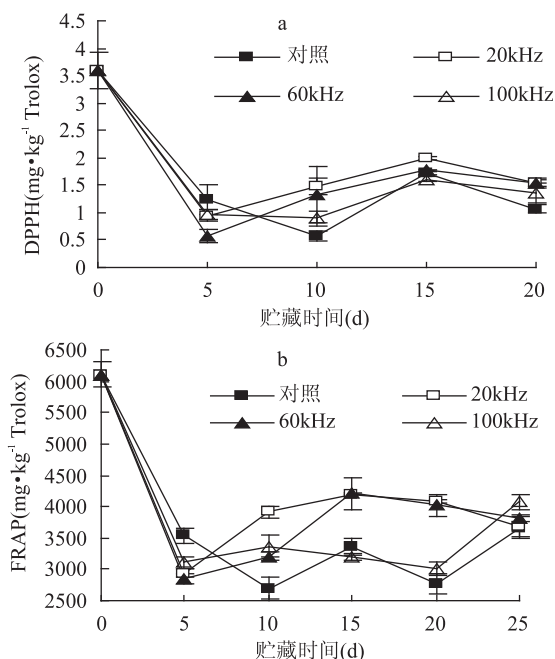


图5 超声波处理对芦笋 DPPH 自由基清除力(a)和 FRAP 抗氧化值(b)影响

Fig.5 Effect of ultrasound wave on

DPPH radical scavenging ability(a) and FRAP(b) of asparagus

被利用物体的物理特性,或促进某种化学反应。超声波对芦笋贮藏 5d 时抗坏血酸、总酚、DPPH 自由基清除力和 FRAP 抗氧化值有破坏或抑制作用;相反地,贮藏 5~20d,超声波提高了芦笋的抗坏血酸、总酚、DPPH 自由基清除力和 FRAP 抗氧化值。超声波作为一种综合保鲜新技术效果好、处理简便,具有良好的前景,但对其具体应用效果,尚需加大研究力度。

参考文献

[1] 王静,韩涛,李丽萍,等.超声波处理对不同品种桃果实贮

(上接第 335 页)

16-21.

[5] 郭玉蓉,毕阳,刘磊,等.硅处理对甜瓜采后 POD、PAL 和呼吸强度的影响[J].西北植物学报,2003,23(11):1894-1898.

[6] 韩晋,田世平.外源茉莉酸甲酯对黄瓜采后冷害及生理生化影响[J].园艺学报,2006,33(2):289-293.

[7] 吴国昭,曾任森.外源水杨酸甲酯和茉莉酸甲酯处理对挺立型普通野生稻保护酶活性的影响[J].西北农业学报,2007,16(3):82-84.

[8] Fan X, Mattheis J P, Fellman J K. Responses of apples to postharvest jasmonate treatments[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1998, 123:421-425.

[9] 郑亚男,胡文忠,姜爱丽,等.茉莉酸甲酯对鲜切甘薯伤害防御反应的研究[J].食品工业科技,2012,33(2):368-372.

[10] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:44-46.

[11] Pirie A, Mullins M G. Changes in anthocyanin and phenolic content of grapevine leaf and fruit tissue treated with sucrose,

贮藏品质变化的影响[J].石河子大学学报,2006,24(6):732-735.

[2] 南京大学.无机及分析化学实验[M].北京:高等教育出版社,2000.

[3] 魏云潇,刘振峰,叶兴乾,等.纳他霉素对芦笋品质及内源游离态多胺含量的影响[J].农业机械学报,2010,41(7):128-131,44.

[4] Slinkard K, Singleton V L. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1977, 28:49-55.

[5] Leong L P, Shui G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets[J]. Food Chemistry, 2002, 76:69-75.

[6] Brand-Williams W, Cuvelier M E, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity[J]. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 1995, 28:25-30.

[7] Benzie I F F, Strain J J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration[J]. Methods in Enzymology, 1996, 299:15-27.

[8] 张元标,李文权,王清池,等.超声辐射对海水小球藻的生物效应[J].厦门大学学报:自然科学版,2001,40(3):653-657.

[9] 张妹,余斐,王传贵,等.超声波对红豆杉悬浮细胞生长及紫杉醇释放的研究[J].生物技术,2001,11(2):14-17.

[10] 林影,高大维,梁宏,等.微超声波对脆壁克鲁维氏酵母葡萄糖酶生产的作用[J].华南理工大学学报,1997,25(10):110-113.

[11] Appel H M. Phenolics in ecological interaction: The importance of oxidation[J]. Journal of Chemical Ecology, 1993, 19:1521-1552.

[12] 钟爱国.功率超声波诱导降解水体中乙酰甲胺磷[J].水处理技术,2001,27(1):47-49.

nitrate and abscisic acid[J]. Plant Physiol, 1976, 58:468-472.

[12] Morrison I M. A semi-micro method from the determination of ligin and its use in predicting the digestibility of forage crops[J]. Sci Food Agric, 1972, 23:455-463.

[13] 胡增辉,沈应柏,王宁宁,等.不同挥发物诱导的合作杨叶片中 POD, PPO 及 PAL 活性变化[J].林业科学,2009,45(10):44-48.

[14] 石慧,励映聪,罗云波,等.外源茉莉酸甲酯处理对采后绿熟番果实根霉果腐病抗病性的影响[J].食品科技,2008(5):255-258.

[15] 于萌萌,申琳,生吉萍.茉莉酸甲酯诱导采后番果实抗病的作用[J].食品科学,2012,31(9):11-15.

[16] 蔡昆争,董桃杏,徐涛.茉莉酸类物质(JAs)的生理特性及其在逆境胁迫中的抗性作用[J].生态环境,2006,15(2):397-404.

[17] 陈伟,金文渊,杨震峰,等.MeJA 处理对枇杷果实采后抗氧化活性的影响[J].中国食品学报,2012,12(1):112-117.