

高压静电场 (HVEF) 联合冰温处理对莲藕贮藏品质变化的影响

胡燕¹, 陈忠杰²

(1.河南商业高等专科学校, 河南郑州 450044) (2.郑州牧业工程高等专科学校, 河南郑州 450011)

摘要:以新鲜莲藕为试材,研究了高压静电场联合冰温技术对莲藕贮藏期间褐变和贮藏品质的影响。结果表明,高压静电场处理联合冰温贮藏对莲藕贮藏期间的褐变有抑制作用,贮藏28 d后褐变度仅为7 ($A_{410 \times 10}$),腐烂指数为15%,均明显低于对照。同时产品保持较高的硬度和可溶性固形物含量,贮藏28 d后硬度约保持为3 kgf/cm²,可溶性固形物约为4%。并且贮藏28 d后,呼吸强度为50 mg/kg·h,乙醇含量为18 nmol/g,细菌总数为5 CFU/g,均明显低于对照,说明该处理可以有效地抑制呼吸强度和乙醇的积累,控制微生物数量的增加,减少腐烂发生。

关键词: 高压静电场; 冰温; 莲藕; 贮藏品质

文章编号: 1673-9078(2013)7-1611-1614

Effects of High-voltage Electrostatic Field (HVEF) and Ice-temperature on the Quality Changes of Lotus Root during Storage

HU Yan¹, CHEN Zhong-jie²

(1.Henan Business College, Zhengzhou 450044, China)

(2.Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: Effects of high-voltage electrostatic field(HVEF) and ice-temperature on browning and quality of lotus root (*Nelumbo nucifera* Gaertn) were investigated. The results showed that treatment with HVEF and storage at ice-temperature significantly inhibited the browning process of lotus root during storage. After stored for 28 d, the brown index was 7 ($A_{410 \times 10}$) and the decay index was 15% , significantly lower than those of control, and the products could maintain higher firmness (3 kgf/cm²) and soluble solids content (4%). In addition, after a 28-day storage, the respiratory intensity, ethanol content and total bacterial count were 50 mg/kg·H, 18 nmol/g and 5 CFU/g, respectively, which were significantly lower than those of the control. The results proved that the treatment could significantly inhibit the respiration rate, ethanol accumulation, microorganism growth and decay incidence.

Key words: high-voltage electrostatic field (HVEF); ice-temperature; lotus root; quality

莲藕生长于水田、池塘,是我国重要的水生蔬菜,尤以长江三角洲、珠江三角洲、洞庭湖为多。莲藕含有20%的糖类物质和丰富的钙、磷、铁及多种维生素及天冬碱、蛋白氨基酸、葫芦巴碱、干酪氨酸、蔗糖、葡萄糖等^[1]。莲藕也是我国出口创汇的重要蔬菜之一,有较高的经济价值。莲藕在贮藏和深加工过程中极易发生褐变,褐变成为限制莲藕品质的主要因素。目前,控制褐变的手段主要有:钝化酶活性(热烫、加抑制剂等)、改变酶作用条件(pH值、水分活度等)、隔绝与氧气的接触、使用抗氧化剂(SO₂熏蒸、抗坏血酸等)。虽然,人们可以通过上述的物理、化学方法抑制莲藕的褐变,延长其货架期,但目前的方法或多或少

存在食品安全性、价格及防褐变效果等问题^[2]。

随着改革开放的深入,国际市场对莲藕深加工产品需求量增加的同时,对品质也提出了更高的要求,迫切需要对莲藕褐变问题做更加系统而深入的研究。因此,研究开发更加安全、经济、有效的防褐变方法仍是人们关注的热点。目前关于静电场对果蔬处理进行保鲜的报道较多,高压静电场对番茄^[3]、红星苹果^[4]、黄瓜、豇豆^[5]、青椒^[6]等果蔬的贮藏保鲜试验结果证明,高压静电场能降低果实呼吸强度,保持硬度,延缓其采后衰老进程。冰温贮藏保鲜也是一项保鲜新技术。在果蔬贮藏方面,冬枣、板栗、西瓜、青椒等的冰温保鲜都取得了成功^[7-10]。这两种保鲜新技术都能耗低、卫生、操作容易、维护控制方便等诸多优点,但其在莲藕保鲜方面的研究报道还很少。本文以新鲜莲藕为

收稿日期: 2013-03-09

作者简介: 胡燕(1982-),女,讲师,研究方向为食品加工与保鲜

试材,研究了高压静电场和冰温技术联用对莲藕的贮藏效果,旨在为莲藕的防褐变技术提供新的参考。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜莲藕:武植二号,购于华中农业大学菜市场;所用化学试剂均为化学纯。

1.2 设备

贮藏设施:海尔 BCD-239 型可控低温冰箱,青岛海尔股份有限公司生产;

高压静电发生器:上海铭晋自动化设备有限公司生产,其输入电压为 (220 ± 22) V,输出电压为 2 万 V,输出电流 0.7 mA。

其它设备:AR5120 电子天平、HH-2 恒温水浴箱、UV-1601 紫外可见分光光度计、SCR20BC 台式高速离心机、组织捣碎机、岛津气相色谱仪。

1.3 实验方法

1.3.1 试验设计

将莲藕样品分为 2 个组,其中 1 组于 60 kV/m 的高压静电场中 1 次性处理 60 min 后,放入约 -1°C 的冰箱中进行冰温贮藏^[1];另一组不进行高压静电场处理,并且放入约 4°C 的冰箱中冷藏。两组样品同时进行贮藏,每隔 7 d 测定 1 次各项生理指标。

1.3.2 呼吸强度、硬度、可溶性固形物、PPO 活性和腐烂指数测定

参照郑永华等^[2]的方法。其中腐烂度分为 5 级:0 级:莲藕切片洁白有光泽,没有任何变色;1 级:切片以及藕孔有轻微的褐变;2 级:切片以及藕孔部分变黄,且有轻微的水渍状出现;3 级:切片以及藕孔变黄,呈大面积的水渍状;4 级:切片和藕孔变为褐色,组织呈现严重水渍状,质地很软。

1.3.3 褐变度测定

新鲜的样品按 1:10 (重量比)加入蒸馏水,于 4°C 匀浆,过滤之后取滤液于 25°C 保温 5 min,而后稀释 1 倍,测定 A_{410} ,结果以 $A_{410}\times 10$ 表示。

1.3.4 乙醇含量测定

参照 Tian 等^[3]的方法,以三氯乙酸提取,用气相色谱法测定,结果以 n mol/g·FW 表示。

1.3.5 微生物指标测定

参照 GB/T5009-96 《食品卫生检测方法》和 GB4789-94 《食品微生物学检测》,测定细菌总数,结果以 CFU/g·FW 表示。

2 结果与讨论

2.1 不同处理对莲藕 PPO 酶活性和褐变度的影响

影响

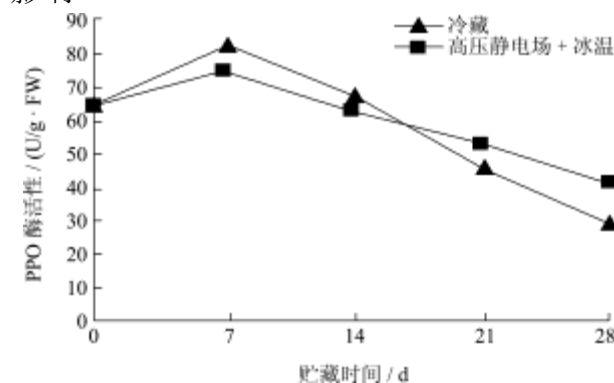


图 1 不同处理对莲藕 PPO 酶活性的影响

Fig.1 Effects of different treatments on PPO enzyme activity of lotus root

由图 1 所示,莲藕贮藏期间,PPO 酶活性先呈上升趋势,并且在第 7 d 达到高峰,而后逐渐下降。经高压静电场处理并联合冰温贮藏的莲藕与冷藏的莲藕 PPO 酶活性变化趋势一致,但在贮藏前期酶活性受到抑制,表现为高峰值有所降低,而贮藏后期 PPO 酶活性下降相对较缓慢,这可能与莲藕在此处理下衰老有所延迟有关。

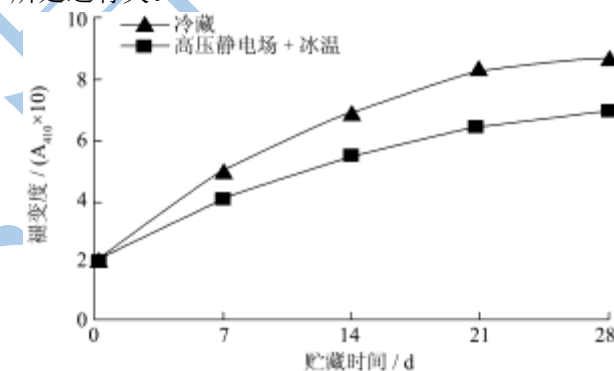


图 2 不同处理对莲藕褐变度的影响

Fig.2 Effects of different treatments on browning degree of lotus root

图 2 可以看出,在此贮藏期间,莲藕的褐变度一直都呈逐渐增加趋势,并且表现为前 7 d 增加速度较快,而后减慢,这与同期 PPO 酶活性较高相一致,表明采后鲜切莲藕的褐变与其 PPO 变化密切相关。经高压静电场处理并冰温贮藏的莲藕表现出较低的褐变度。实验表明,经高压静电场联合冰温贮藏的莲藕 PPO 酶活性和褐变程度都能够受到一定程度的抑制。

2.2 不同处理对莲藕呼吸强度和乙醇含量的影响

由图 3 所示,莲藕在贮藏期间表现出旺盛的呼吸,特别是在贮藏初期,因为莲藕采收后生存环境的改变导致呼吸强度持续快速上升,7 d 达到高峰并保持高水平,其后因为莲藕的衰老表现为呼吸强度持续下降。

高压静电场联合冰温贮藏的莲藕在贮藏期间呼吸强度变化较平缓,开始也是逐渐上升,但14 d才达到峰值,峰值也相对较低,这说明高压静电场联合冰温技术对莲藕呼吸强度有一定抑制作用;其后呼吸强度下降速率也较缓慢,这可能与在此处理下莲藕衰老的延迟有关。

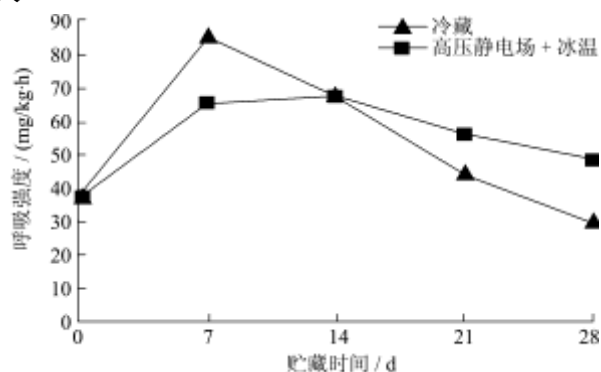


图3 不同处理对莲藕呼吸强度的影响

Fig.3 Effects of different treatments on respiratory intensity of

lotus root

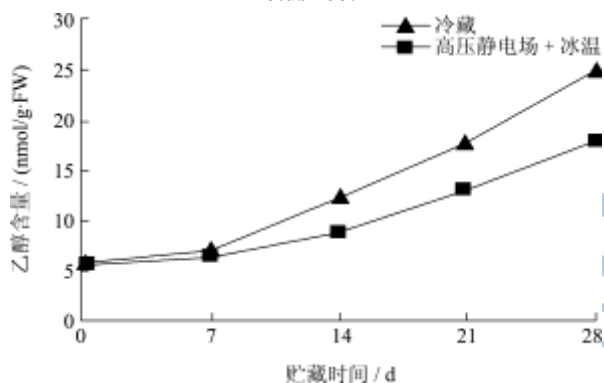


图4 不同处理对莲藕乙醇含量的影响

Fig.4 Effects of different treatments on ethanol content of lotus

root

图4所示,莲藕中乙醇前7 d变化不大,而后迅速上升,这可能是由于贮藏时间的延长,环境中氧气含量下降造成厌氧呼吸以及莲藕自身衰老的结果,醇类物质含量变化是贮藏期间异味产生的主要原因,高压静电场联合冰温贮藏可以明显抑制莲藕中乙醇含量的上升。

2.3 不同处理对莲藕硬度和可溶性固形物的影响

莲藕在贮藏期间硬度逐渐下降,尤其是在7 d后更为显著,这可能与莲藕中果胶物质的降解有关,而贮藏期间由于代谢消耗,莲藕中可溶性固形物含量也逐渐下降(图5、图6所示),高压静电场联合冰温贮藏的莲藕显著的延缓了莲藕的衰老,保存了较高的硬度和可溶性固形物含量。

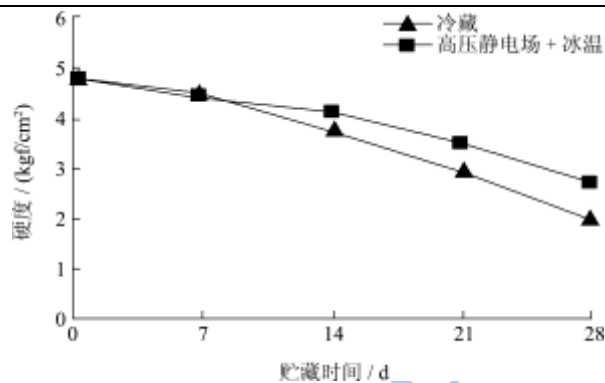


图5 不同处理对莲藕硬度的影响

Fig.5 Effects of different treatments on solidity of lotus root

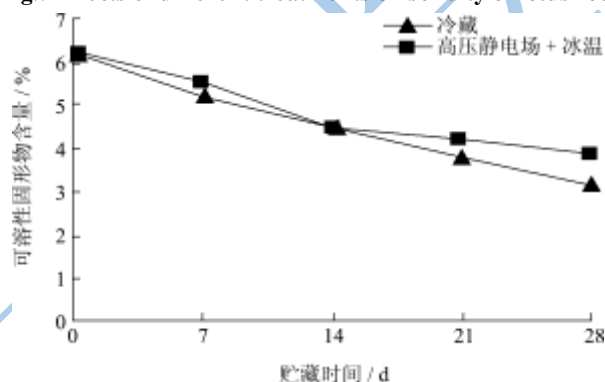


图6 不同处理对莲藕可溶性固形物的影响

Fig.6 Effects of different treatments on soluble solids content of

lotus root

2.4 不同处理对莲藕微生物数量和腐烂指数

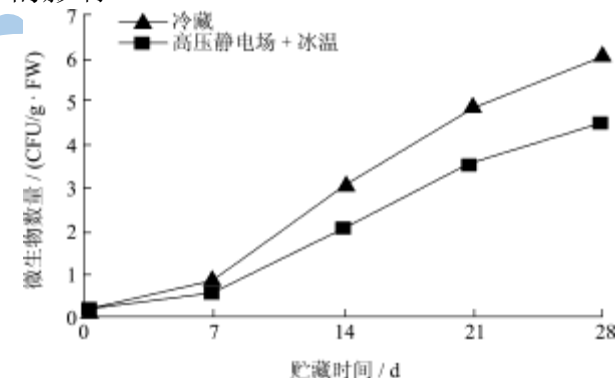


图7 不同处理对莲藕微生物数量的影响

Fig.7 Effects of different treatments on microorganism quantity

of lotus root

莲藕营养丰富,是优良的微生物培养基,贮藏期间,鲜切莲藕中微生物数量呈几何倍数增长,尤其在贮藏后期微生物数量的增长迅速。由图7可以看出,高压静电场联合冰温贮藏可以显著抑制莲藕中微生物数量增长的速度。随着贮藏时间的延长,莲藕逐渐地表现出开始出现水渍状斑点和异味,甚至腐烂。由图8可以看出,不同处理的莲藕都在贮藏半个月以后腐烂率开始快速上升,但是高压静电场处理联合冰温贮

藏的莲藕贮藏 28 d 后腐烂指数仅为 15% 左右, 相对于作为对照的冷藏的莲藕 25% 的腐烂指数明显的有所降低。实验证明, 高压静电场联合冰温贮藏可以抑制莲藕中微生物的增长速度和腐烂速度。

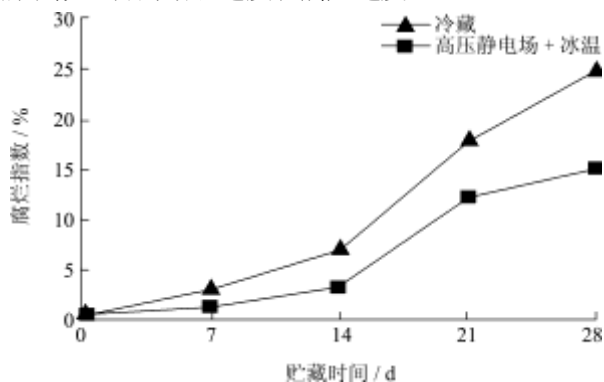


图 8 不同处理对莲藕腐烂指数的影响

Fig.8 Effects of different treatments on decay index of lotus root

3 结论

3.1 鲜藕采收后表皮及肉质部极易由白变褐色, 进而变成黑色, 而后组织软化, 散发异味甚至腐烂, 严重影响贮藏期和品质。PPO 是莲藕中存在的一类含铜的末端氧化酶。它催化天然底物酚类化合物, 使其发生氧化而形成棕褐色的醌类物质和水, 醌又再经非酶促聚合, 形成深色物质 (羟醌与黑色素等) [14]。试验中我们发现莲藕 PPO 酶活性在贮藏开始就上升, 在第 7 d 达到高峰后逐渐下降 (图 1)。莲藕富含酚类物质, 因而进入贮藏期后其褐变指数迅速上升, 这表明 PPO 是影响新鲜莲藕褐变进程的关键因素。采用高压静电场处理联合冰温贮藏可以有效抑制莲藕 PPO 酶活性, 延缓莲藕的褐变和衰老。这与前人对高压静电场技术和冰温贮藏技术的保鲜效果研究结论一致。

3.2 莲藕采收后生存环境的巨大改变会加速果蔬产品自身的代谢活动, 表现出呼吸强度上升, 组织内贮藏物质快速降解, 从而加速衰老, 缩短贮藏期。同时, 莲藕中丰富的营养也为微生物的生长创造了良好的条件。试验中莲藕采收后呼吸强度迅速上升, 并积累乙醇产生异味。高压静电场处理联合冰温贮藏有效的抑制了莲藕的呼吸强度, 从而抑制了莲藕的代谢活动, 使产品保持较高的硬度和可溶性固形物, 而且乙醇的积累减少, 这可能与贮藏环境中较低的氧消耗以及低温对酶活性的钝化有关。Ke 等人 [15] 认为果蔬中较高的可溶性固形物含量对乙醇等异味物质的产生有抑制作用, 这可能也是高压静电场联合冰温贮藏的莲藕较低乙醇积累的原因。莲藕属于低酸类果蔬, 容易被微生物侵染, 高压静电场联合冰温贮藏可以有效减少微生物

的生长和繁殖速度 (图 7), 这可能与它能够延缓莲藕的衰老, 保持组织结构的完整, 提高莲藕的抗病性有关。

3.3 综上所述, 高压静电场联合冰温贮藏技术不但能有效地影响莲藕的褐变进程, 延缓衰老, 减少腐烂, 保持较高的贮藏品质, 同时还能影响贮藏期间的异味物质的产生, 维持正常的风味。

参考文献

- [1] 黄永锋, 宋俊梅. 二氧化氯对鲜切莲藕多酚氧化酶的影响研究[J]. 现代食品科技, 2008, 24(10): 995-998
- [2] 许晓春, 林朝朋, 朱定和. 切分莲藕褐变抑制剂的筛选[J]. 食品工业, 2008, 2: 51-53
- [3] 张全国, 焦有宙, 张泽星, 等. 高压静电预处理技术对番茄保鲜的影响[J]. 华中农业大学学报, 2002, 6(12): 558-562
- [4] 叶青, 李里特, 丹阳等. 高压静电场处理对苹果采后品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2004, 4(4): 14-16
- [5] 李里特, 赵朝辉, 方胜. 高压静电场下黄瓜和豇豆的保鲜试验研究[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(6): 107-110
- [6] 孙贵宝, 刘铁玲, 梁鹏, 等. 高压静电场处理对青椒鲜度保持的影响[J]. 农机化研究, 2007, 3: 134-138
- [7] 李敏, 张桂. 冬枣冰温贮藏保鲜研究[J]. 河北科技大学学报, 2003, 24(3): 26-29
- [8] 鲁周民, 张忠良, 江海清, 等. 采后板栗冰点及呼吸变化研究[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(1): 11-14
- [9] 赵晓梅, 江英, 吴玉鹏. “红优二号”品种西瓜冰温贮藏和冰温简易气调贮藏的研究[J]. 食品研究与开发, 2006, 127(1): 141-144
- [10] 郭丽, 程建军, 马莺, 等. 青椒冰温贮藏的研究[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 323-325
- [11] 黄利刚, 李慧娜, 张亮, 等. 冰温贮藏对莲藕品质的影响[J]. 华中农业大学学报, 2008, 27(2): 317-320
- [12] 郑永华, 苏新国. SO₂ 对枇杷冷藏效果的影响[J]. 南京农业大学学报, 2000, 23(2): 89-92
- [13] Tian S P. Physiological and quality responses of longan fruit to high O₂ or high CO₂ atmospheres in storages [J]. Postharvet Biology and Technology, 2002, 24: 335-340
- [14] 许金蓉, 周俊斌, 王清章, 等. 不同品种莲藕生理生化特性研究[J]. 现代食品科技, 2003, 19(4): 24-27
- [15] Ke D, Rodriguez-Sinobas L, Kader A A. Physiology and prediction of fruit to lerance to low-oxy genatmospheres [J]. Journal of American Society Horticultural Science, 1991, 116: 253-260