

冷激处理对黄瓜低温贮藏中冷害的影响

裴倩如, 朱本忠, 田慧琴, 翟百强, 左进华

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘 要:采用“青绿一号”黄瓜为试材, 用 0℃ 处理 4 h, 研究了 4℃ 和 7℃ 冷害温度对冷害指数、冷害发生率、丙二醛(MDA)含量、细胞膜渗透率、过氧化氢酶(CAT)活性、过氧化物酶(POD)活性等指标的影响。结果表明:冷激处理可以减轻黄瓜贮藏中的冷害。因此, 黄瓜在处于冷害温度范围内运输时, 可通过预先冷激的方法减轻冷害造成的损失。

关键词:黄瓜; 冷害; 冷激处理

中图分类号:S 642.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0127-04

低温贮藏是延缓园艺作物采后成熟、抑制病原菌生长和保持产品品质最普遍的手段。然而, 一些生长在热带、亚热带的果蔬对低温相当敏感。黄瓜是一种典型的亚热带冷敏型果蔬, 因其清脆可口、营养价值较高而备受消费者喜爱。低温贮藏是目前黄瓜采后主要的贮藏手段^[1], 但冷敏型黄瓜低于 12℃ 贮藏时易遭受冷害, 造成很大损失^[2]。冷害会加重果肉组织的离子透性, 在果实表面形成腐烂斑、水渍斑, 改变抗氧化酶活性^[3]。一些研究探讨了多种措施处理后黄瓜采后冷害及生理生化变化^[4-5]。冷激处理是对采后果实进行短时低温处理。Ogata 等^[6]发现用 0℃ 冰水混合物处理杏果实有助于延长贮藏时间, 提高采后食用品质。此外, 经报道该技术可以延缓香蕉、番茄等果实的采后软化^[7-8]。但到目前为止, 有关冷激处理对黄瓜采后贮藏过程中的冷害影响尚鲜见报道, 该试验旨在探讨冷激处理对黄瓜采后贮藏过程中与冷害相关的指标的影响, 以期在低温过程中减轻黄瓜冷害提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“青绿一号”黄瓜采摘自北京顺义区, 选择饱满均匀, 无机械伤的瓜条, 带 1 cm 果柄, 采后尽快运回实验室。

第一作者简介:裴倩如(1990-), 女, 硕士研究生, 现主要从事果蔬采后生理与贮藏技术等研究工作。E-mail: peiqianru@peiqianru@163.com.

责任作者:朱本忠(1975-), 男, 博士, 副教授, 博士生导师, 现主要从事果蔬采后生理与分子生物学等研究工作。E-mail: benzong-zhu@126.com.

基金项目:国家“十二五”农村领域科技计划资助项目(2012BAD38B02-04)。

收稿日期:2013-10-15

1.2 试验方法

将需要冷激的黄瓜在冰水混合物中浸泡 4 h, 对照置于 15℃ 的蒸馏水中浸泡 4 h, 将经过冷激的黄瓜和对照组的黄瓜均分为 2 等分, 分别于 4℃ 和 7℃ 下保存, 相对湿度 90%。每隔 3 d 每种处理取样 48 条, 其中 3 条用于测定黄瓜细胞膜渗透率、丙二醛(MDA)含量、过氧化氢酶(CAT)活性、过氧化物酶(POD)活性等生理指标。45 条分 3 次重复, 在常温下放置 2 d 后调查冷害指数与冷害发病率。

1.3 项目测定

黄瓜的冷害测定参照马俊莲等^[9]的方法, 将黄瓜冷害分为 4 级; 冷害发生率=冷害发生数量/调查总数×100%, 冷害指数= $\sum(\text{冷害级别} \times \text{该级别果数}) / (4 \times \text{总果数})$; 细胞膜渗透率采用 DDS-307 型电导仪测定黄瓜果皮圆片浸提液的电导值, 加热煮沸后再测浸提液电导值, 相对电导率用 2 次测定值得百分数表示; CAT 活性的测定采用曹建康等^[10]方法; POD 活性的测定采用愈创木酚氧化法^[11]。

1.4 数据分析

所有试验数据均采用 SPSS 软件进行邓肯氏多重差异分析, ANOVA 检测($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 冷激处理对黄瓜冷害发生率和冷害指数的影响

由表 1、2 可知, 黄瓜在 4℃ 与 7℃ 贮藏条件下, 冷害发生率与冷害指数随贮藏时间的延长不断提高, 但差异很大。从贮藏的第 3 天开始, 冷激处理组与对照组出现不同程度的冷害症状, 其中, 冷激处理组与对照组比较冷害指数与冷害发病率较低。冷害指数指标中, 4℃ 贮藏条件下, 从第 3 天至第 12 天, 处理组与对照组有显著差异。7℃ 贮藏条件下, 冷害指数指标中, 从第 3 天至第 12 天, 处理组和对照组无显著差异, 只有在第 6 天处理

组与对照组间出现显著差异;冷害发生率指标中,4℃贮藏条件下,处理组低于对照,并在第3天与第6天时出现显著差异,之后差异消失;在7℃贮藏条件下,处理组低于对照,并在第3天时出现显著差异,之后差异消失。

表1 冷激处理对黄瓜冷害指数的影响

Table 1 The effects of cold shock treatment on cucumber chilling injury index

| 处理 | 4℃ | | | | | 7℃ | | | | |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| | 0 d | 3 d | 6 d | 9 d | 12 d | 0 d | 3 d | 6 d | 9 d | 12 d |
| 冷激处理 | 0a | 0.10a | 0.35a | 0.47a | 0.74a | 0a | 0.07a | 0.14a | 0.21a | 0.34a |
| 对照 | 0a | 0.13b | 0.51b | 0.68b | 0.89b | 0a | 0.05a | 0.10b | 0.21a | 0.35a |

注:不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。下同。

表2 冷激处理对黄瓜冷害发生率的影响

Table 2 The effects of cold shock treatment on cucumber chilling injury incidence %

| 处理 | 4℃ | | | | | 7℃ | | | | |
|------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| | 0 d | 3 d | 6 d | 9 d | 12 d | 0 d | 3 d | 6 d | 9 d | 12 d |
| 冷激处理 | 0a | 35a | 51a | 85a | 100a | 0a | 18a | 56a | 72a | 100a |
| 对照 | 0a | 37b | 69b | 100a | 100a | 0a | 25b | 59a | 74a | 100a |

2.2 冷激处理对MDA含量的影响

由图1可知,在4℃和7℃贮藏环境下,黄瓜冷激处理组与对照组的MDA含量均随贮藏时间的延长而升高。4℃贮藏环境下,经过方差分析,冷激处理组的MDA含量在第3天显著高于对照,而第6天、第9天与第12天的MDA含量显著低于对照。在7℃贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组的MDA含量在第9天、第12天的MDA含量显著低于对照。可

见,在黄瓜冷害温度下,冷激处理黄瓜会对黄瓜的MDA含量产生显著性影响,与对照相比,冷激处理会降低黄瓜的MDA含量。

2.3 冷激处理对细胞膜渗透率的影响

由图2可知,在4℃和7℃贮藏环境下,黄瓜冷激处理与对照的细胞膜渗透率均随贮藏时间的延长而升高。4℃贮藏环境下,冷激处理组的细胞膜渗透率低于对照,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第3天、第6天、第12天的细胞膜渗透率显著低于对照组。在7℃贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第12天的细胞膜渗透率显著低于对照。可见,在黄瓜冷害温度下,冷激处理黄瓜会对黄瓜的细胞膜渗透率产生显著性影响,与对照相比,冷激处理会降低黄瓜的细胞膜渗透率。

2.4 冷激处理对CAT活性的影响

由图3可知,在4℃和7℃贮藏环境下,黄瓜冷激处理组与对照的CAT活性均随贮藏时间的延长而降低。4℃贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第6天、第9天、第12天的CAT活性显著高于对照,在第3天时却显著低于对照。在7℃贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第6天、第9天、第12天的CAT活性显著高于对照。可见,在黄瓜冷害温度下,冷激处理黄瓜会对黄瓜的CAT活性产生显著性影响,与对照相比,冷激处理会延缓黄瓜CAT活性在贮藏期间的降低。

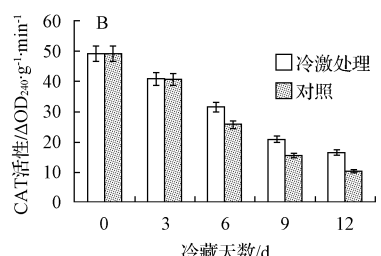
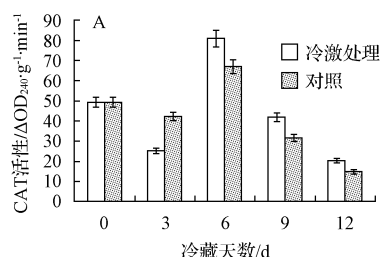
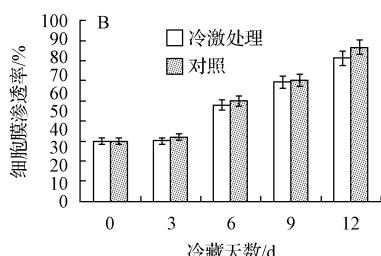
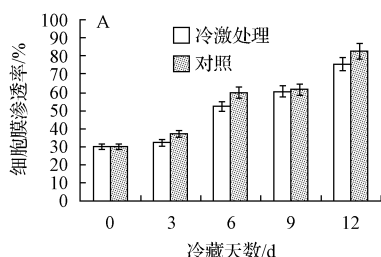
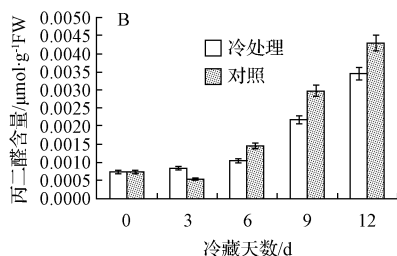
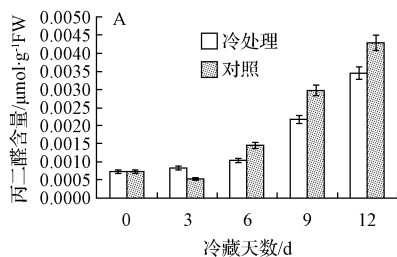


图1 冷激处理对黄瓜丙二醛含量的影响

注:A:4℃贮藏;B:7℃贮藏。下同。

Fig.1 Effects of cold shock treatment on MDA content of cucumber

Note:A:4℃ storage condition;B:7℃ storage condition. The same below.

图2 冷激处理对黄瓜细胞膜渗透率的影响

Fig.2 Effects of cold shock treatment on cell membrane permeability of cucumber

图3 冷激处理对黄瓜CAT活性的影响

Fig.3 Effects of cold shock treatment on CAT activity of cucumber

2.5 冷激处理对 POD 活性的影响

由图 4 可知,在 4℃ 和 7℃ 贮藏环境下,黄瓜冷激处理组与对照的 POD 活性均随贮藏时间的延长而降低。4℃ 贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第 3 天、第 9 天、第 12 天的 POD 活性显著高于对照,其余测定无显著性差异出现。在 7℃ 贮藏环境下,经过方差分析和多重比较分析,冷激处理组在第 3 天、第 6 天的 POD 活性显著高于对照,其余时间无显著性差异。可见,在黄瓜冷害温度下,冷激处理黄瓜会对黄瓜的 POD 活性产生显著性影响,与对照相比,冷激处理会延缓黄瓜 POD 活性在贮藏期间的降低。

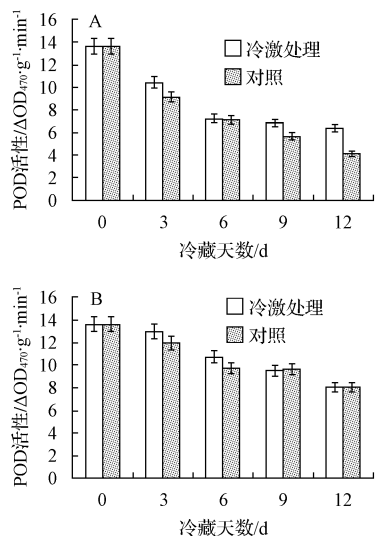


图 4 冷激处理对黄瓜 POD 活性的影响

Fig. 4 Effects of cold shock treatment on POD activity of cucumber

3 结论与讨论

冷激处理对黄瓜低温贮藏过程中冷害指数和冷害发生率有显著影响。冷激处理能够激发果蔬采后的还原酶活性,抑制呼吸,延缓果蔬的采后衰老,这些作用均有利于延缓冷害的发展,所以经过冷激的黄瓜在外观上,冷害指数与冷害发生率均低于对照组。

果蔬组织细胞膜收到损伤后,细胞膜内电解质外渗,引起提取液的电导率增加^[3]。通过测定果蔬组织浸提液的电导率,可以了解果蔬细胞膜通透性的变化,反映果蔬抗逆性的强弱或受到伤害的程度。在冷激处理黄瓜过程中,细胞膜渗透率的上升得到延缓,这与丙二醛含量变化一致,反映了冷激处理会延缓黄瓜低温贮藏过程中细胞膜受到的伤害,减轻黄瓜冷害程度。

果蔬组织在采后成熟衰老过程中,遭受逆境胁迫时,细胞膜脂中不饱和脂肪酸发生过氧化作用,导致细胞受到损伤或死亡^[12]。丙二醛是膜脂过氧化作用的主要产物之一,通常利用它的含量作为膜脂过氧化指标,

反映细胞膜脂过氧化的程度。在黄瓜采后贮藏中,冷激处理能减轻由于冷害造成的膜脂过氧化作用。这是因为冷激处理激活了黄瓜细胞内还原酶(POD、CAT 等)的活性,使这些还原酶降低细胞膜的氧化水平。

植物中含有抗氧化酶等系统,其中 CAT、POD 是主要的抗氧化酶。CAT 通过直接清除逆境胁迫产生的过剩的过氧化氢(H_2O_2)减轻氧化胁迫,并抑制 H_2O_2 作为第二信使对其它代谢途径产生影响,从而可以减轻冷害条件下黄瓜的代谢失调^[13]。POD 在降低可溶性酚类物质氧化成醌类物质的同时,分解 H_2O_2 ^[14]。在黄瓜贮藏期间,CAT 活性与 POD 活性随着贮藏时间的延长而降低。但 CAT 活性有一个应激性的升高,这是由于冷激作用激活了黄瓜组织中 CAT 活性。因此,冷激处理能显著影响黄瓜采后低温贮藏的抗氧化酶活性。

综上所述,采用冷激处理控制黄瓜采后低温贮藏过程中的冷害,但冷激延缓黄瓜采后冷害的机理还有待进一步研究。

参考文献

- [1] Yoshida S. A prefatory note on responses of plants to low temperature stress[J]. Journal of Plant Research, 1999, 112: 223-224.
- [2] 张平,王新建,张雪平. 黄瓜冷害生理及抗冷机制综述[J]. 蔬菜, 1997 (1): 4-5.
- [3] Kang H M, Park K W, Saltveit M E. Elevated growing temperature during the day improve the postharvest chilling tolerance of greenhouse-grown cucumber fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(1): 49-57.
- [4] 侯建设,席巧芳,李中华,等. 贮藏前热处理对 2℃ 贮藏黄瓜抗冷性和自由基生物学的影响[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(5): 138-142.
- [5] 韩涛,李丽萍,冯双庆. 外源水杨酸处理对采后番茄和黄瓜果实抗冷性的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(5): 571-575.
- [6] Ogata K, Skamoto T. Cold shock effect on keeping quality of Japanese apricot fruits and tomato fruits[J]. St. Univ. Hon. Kyoto Univ, 1979 (9): 146-150.
- [7] 邵志鹏,应铁进,王阳光. 番茄果实采后冷激处理的生理研究[J]. 南京农业大学学报, 2002, 25(2): 97-100.
- [8] 段学武,张昭其,季作梁. 冷激处理对香蕉保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2002, 23(5): 138-141.
- [9] 马俊莲,张子德,陈志周,等. 热处理对菜豆冷害及生理生化的影响[J]. 河北农业大学学报, 2003, 2(1): 57-59.
- [10] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化试验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2011.
- [11] 朱广廉,钟海文,张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [12] 田世平,罗云波,王贵禧. 园艺产品采后生物学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [13] Blokhina O, Virolainen E, Fagerstedt K V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review[J]. Annals of Botany, 2003, 91: 179-194.
- [14] Sala J M, Lafuente M T. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000 (20): 81-89.

不同浓度 1-甲基环丙烯处理对鄂北冬枣 常温贮藏生理指标及品质的影响

胡 波, 李国元, 谢志兵, 姚国新

(湖北工程学院 生命科学技术学院, 特色果蔬质量安全控制湖北省重点实验室, 湖北 孝感 432000)

摘 要:以鄂北冬枣为试材,研究了不同浓度 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理(500、1 000、1 500 nL/L)对鄂北冬枣采后生理指标及贮藏品质的影响。结果表明:在常温条件下贮藏 21 d 时,1-MCP 处理能够延缓冬枣在贮藏过程中硬度、可滴定酸含量和维生素 C 含量的下降,提高可溶性固形物含量,降低果实的呼吸速率,其中以 1 000 nL/L 保鲜效果最佳。

关键词:1-甲基环丙烯(1-MCP);冬枣;品质;生理

中图分类号:S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0130-03

冬枣(*Zizyphus jujube* Mill cv. Dongzao)属鼠李科枣属落叶果树,又名苹果枣。在鄂北地区于 10 月上中旬成熟,冬枣果实具有很高的营养价值,肉脆味美,酸甜适度,维生素 C 含量达 300~500 mg/100g,是苹果的 70 倍、梨的 140 倍。其富含 19 种人体所需的氨基酸和多种维生素,有很高的营养价值和保健功效。但冬枣采后常温放置几天果实就会失去鲜脆状态,同时果肉软化褐变,维生素 C 大量损失,加之冬枣果个小,果皮薄,常带皮食用,因此对保鲜技术有较高要求。近几年随着枣树

种植面积的不断扩大和市场冬枣需求量的不断增加,冬枣保鲜已成为生产中亟待解决的问题。

1-MCP(1-甲基环丙烯)是目前最受关注的乙烯作用抑制剂之一,属环丙烯类小分子化合物,以气体状态存在,具有无毒、高效、稳定等特点,它能不可逆地作用于乙烯受体,从而阻断乙烯与受体的正常结合,抑制乙烯所诱导的后熟或衰老相关的一系列生理生化反应。目前已在苹果、香蕉、草莓、西洋梨、猕猴桃、番茄等水果的保鲜上应用,并取得了良好的效果^[1]。陈延等^[2]在北方冬枣上也进行了研究。现以鄂北冬枣为试材,研究了不同浓度的 1-MCP 处理对鄂北冬枣果实在室温贮藏过程中某些生理指标和品质的影响,旨在探寻延长鄂北冬枣贮藏期的方法,为冬枣的贮藏保鲜提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

冬枣于 10 月上旬采自孝昌县鄂北冬枣基地,采后

第一作者简介:胡波(1963-),男,湖北麻城人,本科,副教授,现主要从事园艺产品贮藏保鲜的教学与科研工作。E-mail: hbmach@163.com.

基金项目:湖北省教育厅重点科学技术研究资助项目(D20112702);特色果蔬质量安全控制湖北省重点实验室科研资助项目(2013K03)。

收稿日期:2013-09-09

Effect of Cold Shock Treatment on Chilling Injury of Cucumber Under Low Temperature Storage

PEI Qian-ru, ZHU Ben-zhong, TIAN Hui-qin, ZHAI Bai-qiang, ZUO Jin-hua

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: Adopting 'Green No. 1' cucumber as experiment material, treated for 4 h at 0°C, the effect of 7°C and 4°C treatments on chilling injury index, chilling injury incidence, malondialdehyde content, membrane permeability, CAT activity, POD activity of it were studied. The results showed that the cold shock treatment could reduce chilling injury in cucumber storage under low temperature. Therefore, when cucumber was transported in the temperature that could lead to chilling injury, it was useful to lighten the chilling injury by the cold shock treatment.

Key words: cucumber; chilling injury; cold shock treatment