

DOI:10.11937/bfyy.201524034

## 二氧化氯对豇豆采后生理特性的影响

范林林, 王 清, 高丽朴, 史君彦, 左进华

(北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 农业部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097)

**摘 要:**以豇豆为试材, 采用 10、20 g/L 二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )对其进行浸泡处理, 研究  $\text{ClO}_2$  处理对豇豆贮藏品质的影响。结果表明: $\text{ClO}_2$  处理可有效保持豇豆的感官品质、延缓营养物质的下降, 其中 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理效果最佳, 能够减缓豇豆感官品质的下降, 延缓失重率、相对电导率、丙二醛(MDA)含量的上升, 抑制可溶性固形物(TSS)、抗坏血酸(维生素 C)、叶绿素含量的下降, 提高过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)活性, 抑制多酚氧化酶(PPO)活性。

**关键词:**豇豆; 二氧化氯; 丙二醛; 叶绿素; 过氧化物酶

**中图分类号:**S 643.409<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)24-0122-05

豇豆(*Vigna sinensis*)属蝶形花科(Papilionaceae)一年生缠绕性草本植物, 又名长荚豆、粉豆, 在我国各省区有广泛栽培。鲜豆荚含有丰富维生素 B、维生素 C 以及少量的胡萝卜素, 除此之外, 豇豆中还含有丰富的蛋白质。豇豆可炒食、凉拌或腌泡, 老熟豆粒可作粮用, 是夏、秋主要蔬菜之一, 对蔬菜的周年供应特别是 7—9 月蔬菜淡季供应有重要作用。因受自然条件的限制, 夏、

秋旺季豇豆供过于求, 造成豇豆大量堆积、滞销, 价格低廉, 常温下豇豆贮藏期一般只有 3 d, 故贮运保鲜成为产业链中一个关键的措施<sup>[1-4]</sup>。

二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )是一种强氧化剂, 具有很强的杀菌作用, 并且杀菌过程不产生有害物质, 无气味残留, 不影响食品的风味和外观品质。因此,  $\text{ClO}_2$  已经成为国际上公认的氯系统消毒剂最理想的更新换代产品, 被世界卫生组织列为 A1 级杀菌消毒剂。 $\text{ClO}_2$  作为一种强效、性能优良、应用领域十分广泛的杀菌剂, 已经被应用到许多果蔬的防腐保鲜中, 然而,  $\text{ClO}_2$  在豇豆中的保鲜研究甚少。因此, 现以豇豆为试材, 研究了不同浓度的  $\text{ClO}_2$  浸泡处理对豇豆的保鲜效果, 以期对豇豆的贮藏保鲜提供理论参考依据<sup>[5-7]</sup>。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

1.1.1 供试材料 “华赣·露地王”豇豆, 在室外温度较

**第一作者简介:**范林林(1990-), 女, 硕士, 研究实习员, 现主要从事农产品贮藏加工与食品资源开发等研究工作。E-mail: fanlinlin0418@163.com。

**责任作者:**左进华(1982-), 男, 博士, 助理研究员, 现主要从事农产品贮藏与加工等研究工作。E-mail: zuojinhua@126.com。

**基金项目:**国家大宗蔬菜产业体系建设资助项目(CARS-25); 西北非耕地园艺作物生态高效生产技术与示范资助项目(201203095); 北京市农林科学院青年基金资助项目(201404)。

**收稿日期:**2015-07-30

**Abstract:** In order to reduce the loss of the ‘Red Globe’ grape during the process of market circulation, aimed at finding a safe, effective and suitable storage method of the northwest ‘Red Globe’ grape, meanwhile, the quality effect of ‘Red Globe’ grape from northwest commercial plastic wrap and assess its risk. Based on a 60-day storage test, using different effective ingredients plastic wrap to measure the changes of grapes, which including soluble solid, hardness, titratable acidity, decay rate, stems freshness and bleaching rate. The results showed that at the end of test, with plastic wrap containing 75.0% sodium metabisulfite grapes rot rate and the rate of bleaching become the lowest; compared with harvest period fruit firmness decreased at 15.02%; soluble solids and titratable acid content was separately 14.5% and 0.508%, which maintained the original flavor; effectively inhibited the decline stems freshness and maintained the appearance of quality grapes. Hence, plastic wrap containing 75.0% sodium metabisulfite made the best preservation effect, not only postponed the decline of soluble solids, hardness, titratable acidity and freshness stems, but also avoided the bleaching injury.

**Keywords:** ‘Red Globe’ grape; plastic wrap; storage; quality; damage

低的清晨或傍晚采收,避免雨水和露水。选择成熟度适宜、无病虫害、无锈斑、无机械伤、无畸形、长短基本均匀的豇豆,1 h 内运回北京市农林科学院蔬菜研究中心采后实验室。

1.1.2 供试试剂 Triton X-100、30%过氧化氢、2,6-二氯酚靛酚(分析纯,西陇化工有限公司);丙酮、盐酸、聚乙二醇(6000)、聚乙二醇单甲醚、氢氧化钠、三氯乙酸、硫代巴比妥酸、石英砂(分析纯,北京化工厂);PVPP、愈创木酚、邻苯二酚(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);磷酸氢二钠、磷酸二氢钠(分析纯,天津市永晟精细化工有限公司)。

1.1.3 供试仪器 UV-1800 紫外分光光度计(上海精密科学仪器有限公司);TGL-16G-A 高速冷冻离心机(广州晟龙实验仪器有限公司);DDSJ-308A 电导率仪(上海精密科学仪器有限公司);2WJ 阿贝折光仪(上海申光仪器仪表有限公司);HH-6 型数显恒温水浴锅(国华电器有限公司)。

## 1.2 试验方法

豇豆采来时的中心温度为 29.6℃。将豇豆分别在 10、20 g/L  $\text{ClO}_2$  溶液中浸泡 10 min,在 8℃ 恒温、恒湿箱中沥干后装入 0.03 mm PE 保鲜袋中贮藏,每袋装约 5 kg 豇豆,从 0 d 开始每 2 d 测定 1 次各项生理生化指标,对照除用蒸馏水浸泡,其它处理相同。

## 1.3 项目测定

1.3.1 豇豆感官评定标准 由 6 人组成的品评组人员评判各处理的保鲜效果,每个样品按萎蔫、锈斑、颜色、硬度及外观进行整体分级打分,共 9 分,分成 3 等,得分 1~4 表示不可接受,5~6 表示一般,7~9 分表示商品价值乐意接受<sup>[8]</sup>。

表 1 豇豆感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation criteria of cowpea

9 级	8 级	7 级	6 级	5 级	4 级	3 级	2 级	1 级
没有变化	稍有变化	变化明显	商品性下降	商品性最低限	失去商品性	食用价值最低限	失去食用价值	腐烂变质

1.3.2 失重率 贮藏结束时分别对不同处理样品进行

表 2 不同处理对豇豆保鲜效果的感官评分

Table 2 Sensory analysis of preservative effect of cowpea of different treatments

样品处理 Sample preparation	0	2	4	6	8	10
对照 Control	9.00 <sup>a</sup> ±0.00	8.69 <sup>a</sup> ±0.10	6.59 <sup>c</sup> ±0.10	5.37 <sup>b</sup> ±0.11	3.37 <sup>b</sup> ±0.38	3.10 <sup>b</sup> ±0.10
10 g/L $\text{ClO}_2$	9.00 <sup>a</sup> ±0.00	8.93 <sup>a</sup> ±0.06	8.82 <sup>a</sup> ±0.11	8.43 <sup>a</sup> ±0.21	7.97 <sup>a</sup> ±0.15	5.86 <sup>a</sup> ±0.04
20 g/L $\text{ClO}_2$	9.00 <sup>a</sup> ±0.00	8.86 <sup>a</sup> ±0.06	8.65 <sup>b</sup> ±0.21	8.40 <sup>a</sup> ±0.10	7.63 <sup>b</sup> ±0.15	5.77 <sup>a</sup> ±0.15

注:同列中不同小写字母表示达到  $P<0.05$  差异显著水平。

Note: Different small letters in the same column indicate significant difference ( $P<0.05$ ).

## 2.2 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆失重率的影响

由图 1 可知,随着贮藏时间的延长,各试验组豇豆的失重率逐渐上升,在贮藏期第 0~6 天, $\text{ClO}_2$  处理组豇

称重,计算失重率。失重率(%)=(贮藏前质量(g)-贮藏后质量(g))/贮藏前质量(g)×100。

1.3.3 可溶性固形物(TSS)含量 每次取 5 g 样品,采用 2WJ 阿贝折光仪测定。

1.3.4 叶绿素含量 参考 HASPERUÉ 等<sup>[9]</sup>的方法测定。

1.3.5 抗坏血酸(维生素 C)含量 采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定维生素 C,参照 ROE 等<sup>[10]</sup>的方法。

1.3.6 相对电导率 取 10.0 g 样品置于研钵中,研磨后移至 100 mL 容量瓶中,蒸馏水定容,过滤后采用 DDSJ-308A 电导率仪测定。

1.3.7 丙二醛(MDA)含量 取 2.0 g 样品,加入 5.0 mL、100 g/L 的 TCA 溶液,研磨匀浆后,于 4℃、10 000 r/min 离心 20 min,参照曹建康等<sup>[11]</sup>的方法测定。

1.3.8 多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性 分别称取 2.0 g 组织样品,置于研钵中,加入 10.0 mL 磷酸缓冲液,在冰浴条件下研磨成匀浆,于 4℃、12 000 r/min 离心 20 min,收集上清液即为酶提取液,均参照曹建康等<sup>[11]</sup>的方法测定。

## 1.4 数据分析

采用 Origin 8.5 作图,试验结果取 3 次测定的平均值,以 IBM SPSS Statistics 19 进行差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆感官品质的影响

由表 2 可知,随着贮藏时间的延长,各试验组豇豆的感官品质逐渐下降,对照组豇豆的感官品质下降最为严重。在贮藏至第 8 天时,对照组的豇豆失去商品性,萎蔫和锈斑都比较严重,其感官得分仅为 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 42.28%;而  $\text{ClO}_2$  处理组的豇豆仅稍有变化,保持着较好的商品性,在贮藏期第 10 天时, $\text{ClO}_2$  处理组的豇豆仍然保持着商品性。其中,10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的感官评分在整个贮藏期间始终处于最高水平,说明 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理能够有效维持豇豆良好的外观品质,延缓其成熟衰老的进程。

豆的失重率始终低于对照组,随后 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的失重率高于其它试验组,而 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的失重率始终处于最低水平,3 个试验组之间并无

显著性差异( $P>0.05$ )。说明适当浓度的  $\text{ClO}_2$  处理能够抑制豇豆的水分损失,使豇豆不快速萎蔫,而高浓度  $\text{ClO}_2$  保鲜效果并不好。

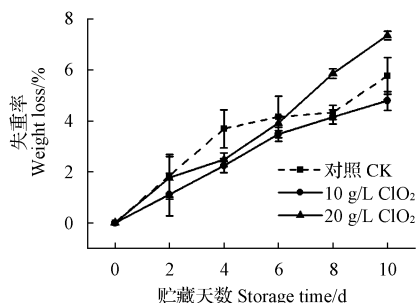


图1 不同处理豇豆失重率的变化

Fig. 1 Weight loss changes in cowpea of different treatments

### 2.3 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆可溶性固形物含量的影响

TSS 是指豇豆汁中能溶于水的糖、酸、维生素、矿物质等,以百分率(%)表示,是一项重要的营养指标。由图 2 可知,随着贮藏时间的延长,各试验组豇豆的 TSS 含量逐渐下降,其中  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 TSS 含量始终高于对照组,在贮藏期第 10 天时,对照组豇豆的 TSS 含量仅为 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 88.26%。10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 TSS 含量始终处于最高水平, $\text{ClO}_2$  处理组之间无显著性差异( $P>0.05$ ),说明  $\text{ClO}_2$  处理有效维持了豇豆的营养物质。

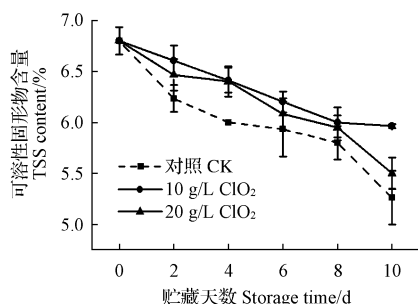


图2 不同处理豇豆 TSS 含量的变化

Fig. 2 TSS content changes in cowpea of different treatments

### 2.4 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆叶绿素含量的影响

豇豆的色泽是决定消费者是否购买的关键因素,而豇豆的新鲜绿色主要取决于豇豆的叶绿素含量<sup>[12]</sup>。由图 3 可知,各试验组豇豆的叶绿素含量随着贮藏时间的延长逐渐下降,而对照组和 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的叶绿素含量减小的较为迅速,差异性不显著( $P>0.05$ ),但 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的叶绿素含量在整个贮藏期间基本高于对照组。在贮藏期第 0~8 天,10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的叶绿素含量下降的较为缓慢,并且在整个贮藏期间,10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的叶绿素含量始终

处于最高水平,在贮藏期第 8 天时,对照组豇豆的叶绿素含量为 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 90.34%,说明适当浓度的  $\text{ClO}_2$  处理能够有效抑制豇豆叶绿素含量的下降,较好地维持了豇豆的营养价值。

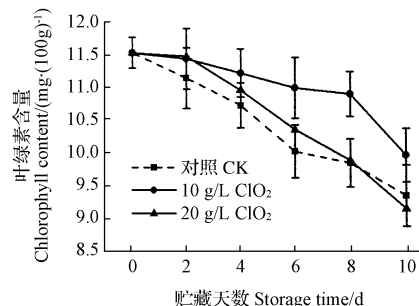


图3 不同处理豇豆叶绿素含量的变化

Fig. 3 Chlorophyll content changes in cowpea of different treatments

### 2.5 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆维生素 C 含量的影响

维生素 C 是豇豆最重要的营养指标之一,能代谢掉豇豆新陈代谢所产生的自由基,保护细胞组织不受损害而延缓豇豆成熟衰老的速度<sup>[13]</sup>。由图 4 可知,各试验组豇豆的维生素 C 含量随着贮藏时间的延长呈现下降的趋势,且下降速度较为迅速,其中,10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的维生素 C 含量始终处于最大值,与 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的维生素 C 含量呈现显著性差异( $P<0.05$ ),20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的维生素 C 含量在贮藏期第 4~10 天高于对照组,说明适当浓度  $\text{ClO}_2$  处理能够延缓豇豆的维生素 C 含量下降,维持了豇豆的营养物质。

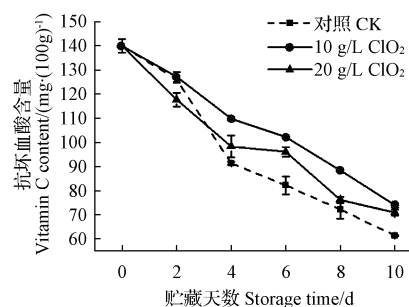


图4 不同处理豇豆抗坏血酸含量的变化

Fig. 4 Vitamin C content changes in cowpea of different treatments

### 2.6 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆相对电导率的影响

相对电导率是表征细胞膜完整程度的重要指标之一,该指标可较好地反映  $\text{ClO}_2$  处理对于豇豆细胞膜的保护能力,相对电导率越大,说明豇豆细胞膜的受损程度越大<sup>[14]</sup>。由图 5 可知,各试验组豇豆的相对电导率随着贮藏时间的延长呈现逐渐上升的趋势,其中,对照组

豇豆的相对电导率基本呈现直线上升的趋势,其值始终大于  $\text{ClO}_2$  处理组,在贮藏期第 0~6 天,10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的相对电导率上升较为缓慢,说明 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理能够有效抑制豇豆相对电导率的上升,维持了豇豆细胞膜的完整性。

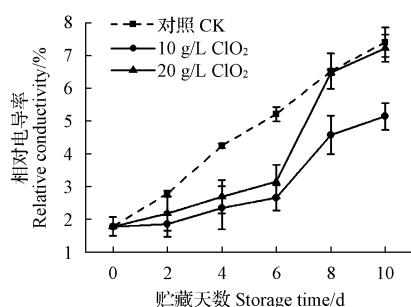


图 5 不同处理豇豆相对电导率的变化

Fig. 5 Electrolyte leakage changes in cowpea of different treatments

## 2.7 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆 MDA 含量的影响

MDA 是表征细胞膜脂过氧化程度的重要指标,其含量的多少可以衡量细胞膜损坏的程度。由图 6 可知,随着贮藏时间的延长,各试验组豇豆的 MDA 含量先上升后下降,在贮藏期第 4 天达到最大值。在整个贮藏期间,对照组豇豆的 MDA 含量始终大于  $\text{ClO}_2$  处理组,且 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 MDA 含量始终处于最低水平,说明 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理能够有效延缓豇豆细胞膜衰老,其次是 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组,最后是对照组。

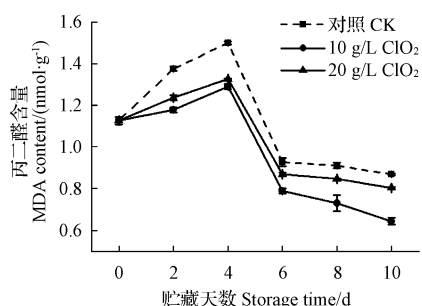


图 6 不同处理豇豆 MDA 含量的变化

Fig. 6 MDA content changes in cowpea of different treatments

## 2.8 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆 PPO 活性的影响

由图 7 可知,随着贮藏时间的延长,各试验组豇豆的 PPO 活性先上升后降低,在贮藏至第 6 天时豇豆的 PPO 活性达到最大值。 $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 PPO 活性始终低于对照组,从而能够减缓豇豆细胞组织的酶促褐变。其中 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 PPO 活性在整个贮藏期间始终处于最低水平,其在整个贮藏期间的 PPO 活性均值仅为对照组的 77.46%,其次是 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处

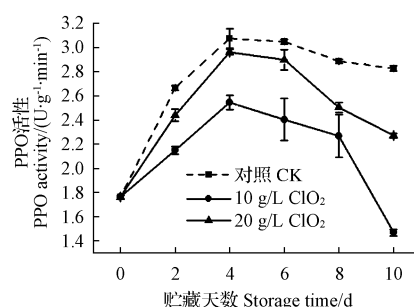


图 7 不同处理豇豆 PPO 活性的变化

Fig. 7 PPO activity changes in cowpea of different treatments

理组,最后是对照组。

## 2.9 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆 POD 活性的影响

过氧化物酶(POD)是豇豆在逆境条件下酶促防御系统的关键酶,它和超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)相互协调配合,清除豇豆组织内过剩的自由基,以提高豇豆的抗逆性<sup>[15]</sup>。由图 8 可知,各试验组豇豆的 POD 活性随着贮藏时间的延长呈现先上升后下降的趋势,在贮藏期第 4 天达到最大值。在贮藏期间, $\text{ClO}_2$  处理组的 POD 活性基本高于对照组,且 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 POD 活性始终处于最高水平,其次是 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组。在贮藏期第 4 天时,对照组豇豆的 POD 活性仅为 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组的 55.71%,说明  $\text{ClO}_2$  处理能够有效提高 POD 活性,增强豇豆自身的抗逆性,有效地清除自由基,维持细胞内部的动态平衡。

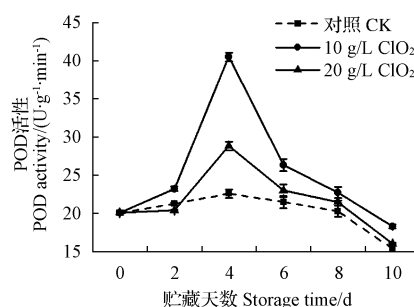


图 8 不同处理豇豆 POD 活性的变化

Fig. 8 POD activity changes in cowpea of different treatments

## 2.10 不同浓度的 $\text{ClO}_2$ 处理对豇豆 CAT 活性的影响

豇豆的成熟衰老源于活性氧自由基的积累,由于活性氧产生和清除之间的平衡被破坏,使豇豆成熟衰老加剧,过氧化氢酶(CAT)是最主要的活性氧清除剂,它能分解豇豆新陈代谢产生的  $\text{H}_2\text{O}_2$  而有效地清除自由基。由图 9 可知,各试验组豇豆的过氧化氢酶(CAT)活性随着贮藏时间的延长呈现先上升后下降的趋势,在贮藏期第 4 天达到最大值,且 10 g/L  $\text{ClO}_2$



处理组显著高于其它试验组,说明 10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理更能有效地诱导豇豆 CAT 活性的升高,其次是 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组,最后是对照组,CAT 活性升高能够有效清除豇豆自身产生的过氧化物,减缓过氧化物对豇豆组织细胞的毒害性。10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组豇豆的 CAT 活性最高,说明适当浓度的  $\text{ClO}_2$  处理能有效提高豇豆抗氧化能力。

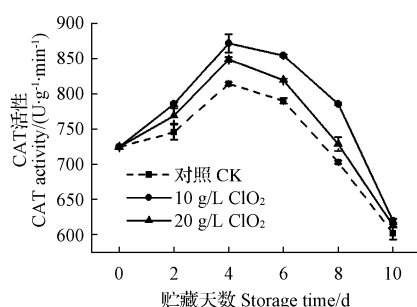


图9 不同处理豇豆 CAT 活性的变化

Fig. 9 CAT activity changes in cowpea of different treatments

### 3 结论

以不同浓度  $\text{ClO}_2$  溶液对豇豆进行浸泡处理10 min,并结合 0.03 mm 厚度的 PE 保鲜膜及 8℃ 低温贮藏,能够对豇豆起到较好的保鲜效果。 $\text{ClO}_2$  浸泡处理相比于对照组可有效抑制豇豆的感官评分、营养物质的下降,能够减缓豇豆感官品质的下降,延缓失重率、相对电导率、MDA 含量的上升,抑制可溶性固形物、抗坏血酸、叶绿素含量的下降,提高过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)活性,抑制多酚氧化酶(PPO)的活性。其中10 g/L  $\text{ClO}_2$  处理效果最佳,其次是 20 g/L  $\text{ClO}_2$  处理组,最后是对照组。

### 参考文献

[1] ANTOVA G A, STOILOVA T D, IVANOVA M M. Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) cultivated in Bulgaria [J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2014, 33(2): 146-152.

[2] KRUGER J, MINNIS-NDIMBA R, MTSHALI C, et al. Novel in situ evaluation of the role minerals play in the development of the hard-to-cook (HTC) defect of cowpeas and its effect on the *in vitro* mineral bioaccessibility [J]. Food Chemistry, 2015, 174: 365-371.

[3] MARQUES M R, FREITAS R A M S, CARLOS A C C, et al. Peptides from cowpea present antioxidant activity, inhibit cholesterol synthesis and its solubilisation into micelles [J]. Food Chemistry, 2015, 168: 288-293.

[4] FALADE K O, KOLAWOLE T A. Effect of irradiation dose on physical, functional and pasting properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) cultivars [J]. Journal of Food Process Engineering, 2013, 36(2): 147-159.

[5] 田红炎, 饶景萍. 二氧化氯处理对机械损伤猕猴桃果实的防腐保鲜效果 [J]. 食品科学, 2012, 33(18): 298-302.

[6] 耿鹏飞, 高贵田, 薛敏, 等. 气体二氧化氯在果蔬杀菌保鲜方面的研究与应用 [J]. 食品工业科技, 2014, 35(6): 387-391.

[7] GUO Q, WU B, PENG X Y, et al. Effects of chlorine dioxide treatment on respiration rate and ethylene synthesis of postharvest tomato fruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 93: 9-14.

[8] HAN C, ZUO J H, WANG Q, et al. Effects of chitosan coating on post-harvest quality and shelf life of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) during storage [J]. Scientia Horticulturae, 2014, 166: 1-8.

[9] HASPERUE J H, GOMEZ-LOBATO M E, CHAVES A R, et al. Time of day at harvest affects the expression of chlorophyll degrading genes during postharvest storage of broccoli [J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 82: 22-27.

[10] ROE H J, OSTERLING M J. The determination of dehydroascorbic acid and ascorbic acid in plant tissues by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method [J]. Journal of Biological Chemistry, 1943, 35: 511-517.

[11] 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.

[12] SANCHEZ C, BARANDA A B. The effect of high pressure and high temperature processing on carotenoids and chlorophylls content in some vegetables [J]. Food Chemistry, 2014, 163(15): 37-45.

[13] CHUNG H S, MOON K D. Browning characteristics of fresh-cut 'Tsugaru' apples as affected by pre-slicing storage atmospheres [J]. Food Chemistry, 2009, 114: 1433-1437.

[14] 陈奕兆, 王亦佳, 刚成诚, 等. 亮寡糖、PVP 处理对冷藏水蜜桃的保鲜效果比较 [J]. 食品科学, 2013, 34(18): 332-336.

[15] CAI Z K, YANG R, XIAO H M, et al. Effect of preharvest application of *Hanseniaspora uvarum* on postharvest diseases in strawberries [J]. Postharvest Biology and Technology, 2015, 100: 52-58.

## Effect of $\text{ClO}_2$ Treatment on Quality of Postharvest Cowpea During Cold Storage

FAN Linlin, WANG Qing, GAO Lipu, SHI Junyan, ZUO Jinhua

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences/Beijing Key Laboratory of Fruits and Vegetable Storage and Processing/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China) Ministry of Agriculture/Key Laboratory of Urban Agriculture (North), Ministry of Agriculture, Beijing 100097)

**Abstract:** Taking cowpea fruits as materials, the effect of 10, 20 g/L  $\text{ClO}_2$  treatment on physiological characteristics of postharvest cowpea was investigated. The results showed that  $\text{ClO}_2$  with 10 g/L significantly maintained the sensory quality of cowpea, and inhibited the increase of weight loss, relative conductivity, MDA content and reduced the decrease of the content of TSS, vitamin C, chlorophyll. The activity antioxidant enzymes, including CAT and POD were induced, and PPO was inhibited by  $\text{ClO}_2$  treatment.

**Keywords:** cowpea;  $\text{ClO}_2$ ; MDA; chlorophyll; POD