

# 二氧化氯对贮藏马铃薯块茎的抑芽作用初探

李梅, 田世龙, 程建新, 田甲春, 慕钰文, 宋娟

(甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为探讨二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )对贮藏期马铃薯的抑芽效果, 以马铃薯品种陇薯 3 号为试材, 研究了不同浓度  $\text{ClO}_2$  处理对贮藏过程中马铃薯发芽、失重及呼吸强度的影响。结果表明, 经  $\text{ClO}_2$  处理后贮藏的马铃薯块茎的发芽时间明显推迟, 其发芽率、芽长及单个薯块的发芽数均与不经  $\text{ClO}_2$  处理差异显著, 并呈现明显的浓度效应, 表明  $\text{ClO}_2$  处理对贮藏马铃薯块茎具有一定的抑芽作用。

**关键词:** 二氧化氯; 贮藏; 马铃薯; 抑制发芽; 初探

**中图分类号:** S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)02-0033-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.02.010

## Inhibitory Effect of Chlorine Dioxide on the Sprout of Potato Tubers

LI Mei, TIAN Shilong, CHENG Jianxin, TIAN Jiachun, MU Yuwen, SONG Juan

(Institute of Agricultural Product Storage and Processing Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In order to study the effect of chlorine dioxide ( $\text{ClO}_2$ ) on the sprout of potato tubers. With Longshu 3 potato Cultivar as the experiment materials, the effects of different concentrations of  $\text{ClO}_2$  treatment are studied on sprouting, weightlessness and respiration of potato during storage. The result shows that the sprouting time of potato tubers is significantly delayed by  $\text{ClO}_2$ , compared with the control, the sprout rate, the length of shoots and the number of sprouts of each tuber are significantly difference and shows a significant concentration effect. This indicated that  $\text{ClO}_2$  treatment have a certain inhibitory sprout effect on potato tubers.

**Key words:** Chlorine dioxide; Storage; Potato; Inhibiting sprout; Preliminary exploration

马铃薯是世界上最重要的粮菜兼用型作物之一, 目前已成为我国继玉米、水稻、小麦之后的第四大粮食作物。中国是马铃薯第一生产大国, 面积和产量均占世界约 1/4, 鲜薯年产量达 9 000 万 t 以上。北方主产区的马铃薯块茎采后大多都要经过长达 3~6 个月的贮藏, 期间由于腐烂、失水、发芽、褐变、见光变绿等原因造成的损失在 18%~20%, 严重时可达 40%~50%<sup>[1]</sup>。以马铃薯主产区甘肃为例, 如果按产量 18.0 t/hm<sup>2</sup>、贮藏量每年按总产量的 40%、贮藏损失率按 15% 计算, 则有 400 万~500 万 t 马铃薯需贮藏, 损失量约 60 万~75 万 t; 按照 1 200 元/t 保守计算, 造成至少 7.2 亿~9.0 亿元的巨大经济损失, 相当于浪费土

地资源 3.3 万~4.2 万 hm<sup>2</sup>。马铃薯的贮藏损失, 不仅造成了巨大的经济损失, 而且导致加工企业“无米下锅”, 实际加工生产量平均不足生产能力的 30%, 极大地限制了马铃薯加工业的发展。因此, 有效降低马铃薯的贮藏损失是当前生产中急需解决的问题。

二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )是一种强氧化剂, 是世界卫生组织(WHO)和世界粮农组织(FAO)向全世界推荐的 A1 级广谱、高效、安全的杀菌保鲜消毒剂, 2004 年被 FDA 批准为果蔬杀菌剂, 是目前国际上公认的性能优良、效果最好的食品保鲜剂<sup>[2]</sup>。 $\text{ClO}_2$  在食品保鲜上的应用研究已经成为世界性的热门课题, 在猕猴桃<sup>[3-5]</sup>、樱桃<sup>[6-7]</sup>、葡萄<sup>[8-10]</sup>、龙

收稿日期: 2017-01-06

基金项目: 甘肃省农业科学院中青年基金项目(2015GAAS23)部分内容。

作者简介: 李梅(1978—), 女, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事农产品贮藏与加工研究工作。E-mail: limei7877@126.com。

眼<sup>[11]</sup>、李子<sup>[12]</sup>、蓝莓<sup>[13-14]</sup>、无花果<sup>[15]</sup>、生菜<sup>[16]</sup>、苹果<sup>[17]</sup>等食品保鲜中得到了很好的应用。但迄今为止, 研究者们对于  $\text{ClO}_2$  的研究主要集中在它的杀菌机理和应用技术方面, 而对于  $\text{ClO}_2$  与植物细胞的作用机制尚未进行系统深入的研究。我们以马铃薯品种陇薯 3 号为试材, 于 2015—2016 年研究不同浓度  $\text{ClO}_2$  处理对贮藏过程中马铃薯发芽、失重及呼吸强度的影响, 以期探讨  $\text{ClO}_2$  对贮藏马铃薯的抑芽作用, 为  $\text{ClO}_2$  在马铃薯贮藏领域中更好的应用提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

指示马铃薯品种为甘肃省主栽品种陇薯 3 号。稳定性  $\text{ClO}_2$  溶液有效成分 12%, 由天津市张大大科技发展有限公司生产。

### 1.2 试验方法

$\text{ClO}_2$  浸泡设 6 个浓度处理, 为 0 (CK)、30、60、90、120、150 mg/kg, 3 次重复。实验时每个处理取大小适中、无病虫害、表皮无损伤的 10 个马铃薯块茎, 按设计方案采用不同质量浓度  $\text{ClO}_2$  溶液浸泡 15 min, 避光晾干, 然后置于室温条件下贮藏, 温度为  $(18 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 相对湿度 80% ~ 85%, 贮藏期每 3 d 测定每个处理的平均芽长和发芽率, 每个马铃薯上的芽数, 并统计测量结果。其中平均芽长采用游标卡尺测量顶芽的长度并取平均值, 失重率和呼吸强度测定参照曹健康的方法<sup>[18]</sup>。

### 1.3 数据处理

试验结果为 3 次重复的平均值, 试验数据使用 Excel 2010 软件整理统计、计算标准偏差并绘制图表, 用 SPSS 18.0 软件进行方差分析和多重差异显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 $\text{ClO}_2$ 处理对马铃薯贮藏期呼吸强度的影响

由图 1 可以看出, 刚采收的马铃薯呼吸较强, 随着贮藏时间的延长, 呼吸逐渐下降趋于缓和。 $\text{ClO}_2$  处理对马铃薯贮藏期呼吸强度有明显影响, 不同浓度处理下存在差异。贮藏 15 d 时, 对照开始萌芽, 呼吸速率达  $0.83 \text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ , 经 120、150 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理的呼吸速率分别为  $0.36$ 、 $0.32 \text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ , 较对照分别降低 56.7% 和 61.4%。说明

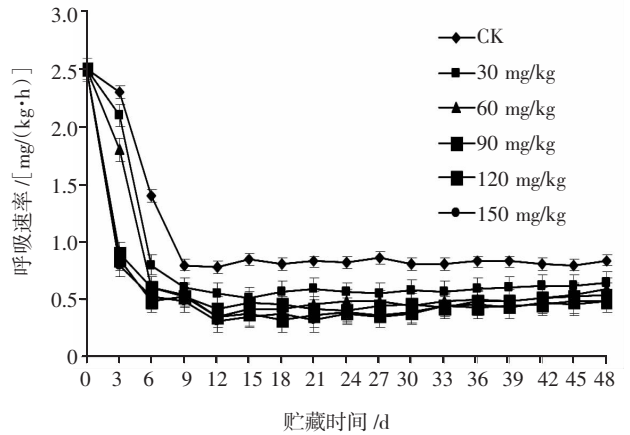


图 1  $\text{ClO}_2$  处理对马铃薯贮藏期呼吸强度的影响

$\text{ClO}_2$  浓度对马铃薯贮藏过程中的呼吸强度有一定的抑制作用。

### 2.2 $\text{ClO}_2$ 处理对马铃薯块茎发芽率的影响

由图 2 可以看出, 不同浓度  $\text{ClO}_2$  处理马铃薯块茎的发芽时间有明显差异, 随着  $\text{ClO}_2$  浓度的逐渐增大, 马铃薯发芽时间呈延迟趋势。贮藏 12 d 时, 对照开始发芽; 贮藏 30 d 时, 120、150 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理开始发芽, 较对照发芽时间延迟 18 d; 贮藏 45 d 时, 0、30、60、90 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理发芽率达 100%, 经 120、150 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理的发芽率仅为 41%。由此表明,  $\text{ClO}_2$  处理对马铃薯的发芽有明显的抑制作用。

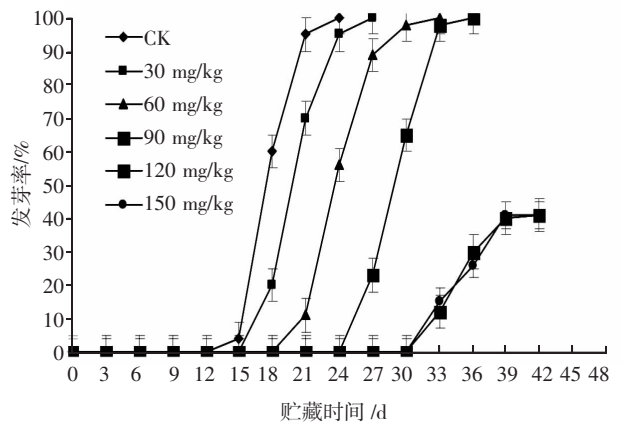
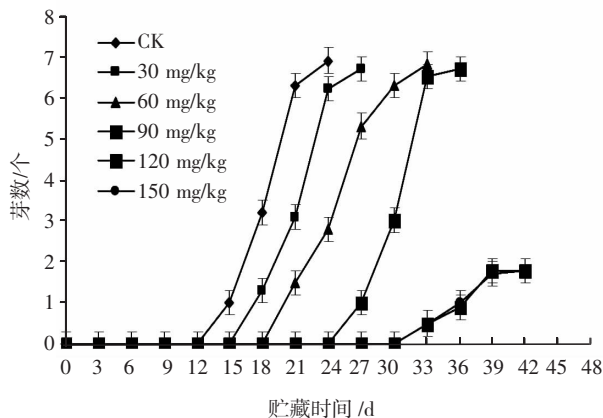


图 2  $\text{ClO}_2$  处理对马铃薯贮藏期发芽率的影响

### 2.3 $\text{ClO}_2$ 处理对马铃薯块茎发芽芽数的影响

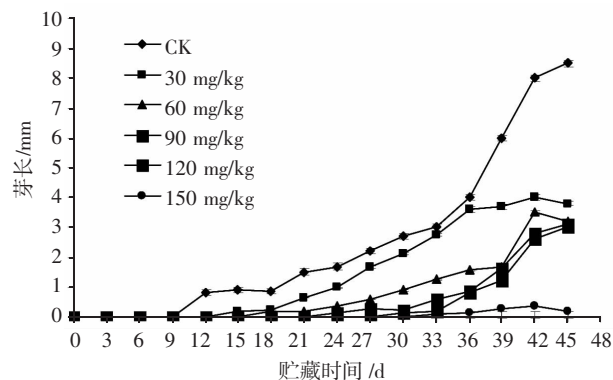
由图 3 可以看出,  $\text{ClO}_2$  处理对马铃薯块茎发芽的平均芽数有明显影响, 不同浓度处理存在差异。随着贮藏期的延长, 30、60、90 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理的芽数变化趋势与对照相同, 差异不显著, 贮藏 21 d 时, 马铃薯块茎平均发芽芽数分别为 7、7、7、6 个。经 120、150 mg/kg  $\text{ClO}_2$  处理的发芽芽数

图3 ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯贮藏期芽数的影响

显著低于对照, 贮藏45 d时, 经120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理马铃薯块茎发芽芽数均仅为1个, 说明ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯块茎发芽芽数有一定抑制作用。

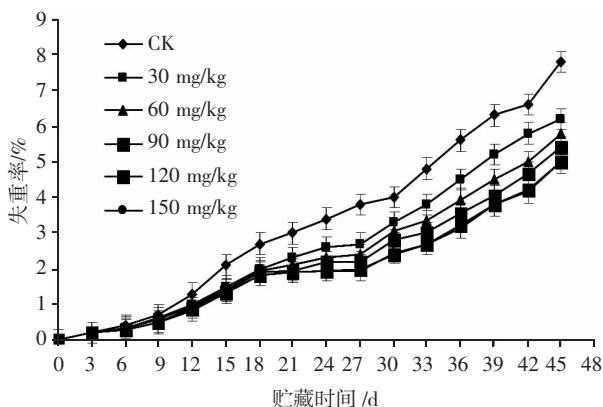
#### 2.4 ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯块茎发芽芽长的影响

由图4可以看出, ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯块茎发芽的芽长有明显影响, 不同浓度处理存在差异。整个贮藏期, 马铃薯芽长为0~8 mm。其中30 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理的芽长与对照差异不显著, 为0~3.8 mm; 60、90、120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理的芽长显著小于对照。贮藏45 d时, 对照芽长达8 mm, 120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理的芽长仅为0.2 mm。

图4 ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯贮藏期芽长的影响

#### 2.5 ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯块茎失重的影响

马铃薯贮藏过程中失重的主要原因为水分损失, 主要有自然散发、呼吸、生理生化代谢过程, 马铃薯发芽的增多也会造成失重。从图5可以看出, 贮藏前15 d, 对照和ClO<sub>2</sub>处理的失重率差异不显著, 变化范围在0~1.3%。贮藏15 d后, 对照的失重率显著高于处理, 主要是由于对照开始发芽, 呼吸强度显著增强导致失水加速。随着贮藏期的延长, 不同处理失重出现差异, 贮藏45 d,

图5 ClO<sub>2</sub>处理对马铃薯贮藏期失重率的影响

经120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理失重率最低, 分别为5.0%、4.8%, 较对照分别降低2.80、2.82百分点。

### 3 小结

研究表明, ClO<sub>2</sub>处理对贮藏马铃薯块茎具有一定的抑芽作用。贮藏15 d时, 经120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理的马铃薯块茎呼吸速率分别为0.36、0.32 mg/(kg·h), 较不经ClO<sub>2</sub>处理分别降低56.7%、61.4%。贮藏45 d时, 经120、150 mg/kg ClO<sub>2</sub>处理的马铃薯块茎发芽率仅为41%、发芽芽数为1个、芽长0.2 mm; 失重率分别为5.0%、4.8%, 较不经ClO<sub>2</sub>处理分别降低2.80、2.82百分点。说明ClO<sub>2</sub>处理可有效降低贮藏马铃薯块茎的呼吸速率, 推迟发芽时间, 减少发芽芽数, 缩小芽长, 并呈现明显的浓度效应。

#### 参考文献:

- [1] 尹江, 张希近, 籍立杰, 等. 如何实现我国的马铃薯安全贮藏与产品增值[J]. 农业工程技术, 2009(11): 42-44.
- [2] NUTRITION U S. FDA allows use of chlorine dioxide anti-microbial for fruits, vegetables[J]. Bioterrorism Week Atlanta, 2004, 22: 10.
- [3] 王亚萍, 郭叶, 费学谦. 二氧化氯处理对“徐香”猕猴桃贮藏品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2014(3): 151-154.
- [4] 龙明秀, 谭书明. 固载二氧化氯猕猴桃保鲜剂的研制与应用[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(4): 130-133.
- [5] 田红炎, 祝庆刚, 饶景萍. 采前二氧化氯处理对“海沃德”猕猴桃的防腐保鲜效果[J]. 植物生理学报, 2011, 47(12): 1167-1172.
- [6] 杨娟侠, 王淑贞, 王丹, 等. 低温下二氧化氯(ClO<sub>2</sub>)处理对采后甜樱桃病害抑制效果研究[J]. 山东农业科学, 2014, 46(1): 89-91.

# 灵台县 15 个冬小麦品种(系)品比试验初报

王金玉, 干志峰, 李亚林, 曹祎涛

(甘肃省灵台县农业技术推广中心什字区域站, 甘肃 灵台 744400)

**摘要:** 以兰天 10 号为对照, 在灵台县旱塬区对参试的 15 个冬小麦品种(系)进行了比较试验。结果表明, 鉴 6、灵台 4 号、鉴 5、鉴 14、鉴 22、灵选 5 号、烟 D<sub>27-13-5-3-6</sub> 等 7 个品种(系)折合产量为 6 337.50~5 914.95 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种兰天 10 号增产 24.57%~16.26%, 表现为产量高, 品质优, 抗逆性强, 群体结构合理, 生育期适中, 综合性状良好, 可在灵台县旱塬区及相同生态类型区域示范种植。烟 D<sub>27-13-5-3-6</sub> (暂定名灵麦 1 号) 综合现状优良, 被推荐参加甘肃省陇东片区冬小麦区试。

**关键词:** 冬小麦; 品种; 比较试验; 灵台县

**中图分类号:** S512.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2017)02-0036-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.02.011](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.02.011)

灵台县地处甘肃省东部、陇东黄土高原南缘, 年平均气温 8.6 ℃, 降水量 650 mm, 年日照总时数 2 453 h, 无霜期 159 d, ≥10 ℃ 的有效积温 2 804 ℃, 是典型的雨养旱作农业区<sup>[1-5]</sup>。境内气

候温和, 降雨适中, 光照充足, 土壤肥沃, 昼夜温差大, 自然条件优越, 生态环境良好, 无工业及重金属污染, 是较为理想的农产品生产区。冬小麦是该县最主要的粮食作物, 在国民经济和农

**收稿日期:** 2016-12-06

**基金项目:** 农业部冬小麦高产创建项目[甘农牧发(2015)53号]部分内容。

**作者简介:** 王金玉(1962—), 男, 甘肃灵台人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13993313646。

- [7] 史孟凡, 尹明安, 沈建鹏, 等. 二氧化氯溶液清洗对覆膜包装樱桃番茄货架品质的影响[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2013, 41(11): 105-112.
- [8] 彭新媛, 高晶, 王刚霞, 等. SO<sub>2</sub>-ClO<sub>2</sub> 处理对木纳格葡萄采后贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(18): 178-184.
- [9] 李江阔, 张鹏, 关筱歆, 等. 1-MCP 结合 ClO<sub>2</sub> 处理对冰温贮藏红提葡萄生理品质的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(22): 302-307.
- [10] DU J H, FU M R, LI M M. Effects of chlorine dioxide gas on postharvest physiology and storage quality of green bell pepper (*Capsicum frutescens* L. var. Longum) [J]. Sci. Agric. Sin., 2007, 6(2): 214-219.
- [11] WARUNEE C, ATHIWAT C, PORNCHAI R, et al. Reduction of reactive oxygen species production and membrane damage during storage of 'Daw' longan fruit by chlorine dioxide[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 170: 143-149.
- [12] CHEN Z, ZHU C H. Combined effects of aqueous chlorine dioxide and ultrasonic treatments on postharvest storage quality of plum fruit (*Prunus salicina* L.) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 61: 117-123.
- [13] 王友升, 蔡琦玮, 安琳, 等. 1-甲基环丙烯和二氧化氯对蓝莓低温贮藏期间品质影响的多变量分析[J]. 中国食品学报, 2014, 14(5): 253-258.
- [14] WU C H, KIM B. Effect of a simple chlorine dioxide method for controlling five food borne pathogens, yeasts and molds on blue berries[J]. Food Micro. biol., 2007, 24: 794-800.
- [15] KARABULUT O A, IHHAN K, ARSLAN U, et al. Evaluation of the use of chlorine dioxide by fogging for decreasing postharvest decay of fig[J]. Postharvest Biol. Technol., 2009, 52: 313-315.
- [16] MAHMOUD S M, LINTON R H. Inactivation kinetics of inoculated Escherichia coli O157: H7 and Salmonella enterica on lettuce by chlorine dioxide gas[J]. Food Microbiol, 2008, 25: 244-252.
- [17] LEE S Y, DANCER G I, CHANG S S, et al. Efficacy of chlorine dioxide gas against Alicyclobacillus acidoterrestris spores on apple surfaces[J]. International Journal of Food Microbiology, 2006, 108(3): 364-368.
- [18] 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.

(本文责编: 陈伟)