

## 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏保鲜的生理效应初探

赵喜亭<sup>1,\*</sup>, 王会珍<sup>1</sup>, 李明军<sup>1</sup>, 魏山城<sup>2</sup>

河南师范大学<sup>1</sup>生命科学学院, <sup>2</sup>物理与信息工程学院, 河南新乡 453007

**摘要:** 用 25 mW 红外线激光辐照铁棍山药芦头 10、15 和 30 min 后, 其芦头芽萌发受抑, 块茎含水量、可溶性总糖和可溶性蛋白含量下降幅度均变小, 丙二醛(MDA)和 $O_2^-$ 含量上升幅度也变小, 贮藏前期的超氧化物歧化酶(SOD)活性升高幅度增大, 贮藏后期的SOD活性下降幅度变小, 以辐照 30 min 的效果为最佳。

**关键词:** 铁棍山药; 红外线; 激光辐照; 贮藏品质; 膜脂过氧化

## Primary Study on Physiological Effect of Laser Irradiation on Storage and Preservation of Yam (*Dioscorea opposita* Thunb. cv. Tiegun) Tuber

ZHAO Xi-Ting<sup>1,\*</sup>, WANG Hui-Zhen<sup>1</sup>, LI Ming-Jun<sup>1</sup>, WEI Shan-Cheng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Life Sciences, <sup>2</sup>College of Physics and Information Engineering, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453007, China

**Abstract:** Laser irradiation for 10, 15 and 30 min with 25 mW of infrared rays could inhibit yam (*Dioscorea opposita*) sprouting effectively, and could slow down the ranges of descent of water, soluble total sugar and soluble protein contents and inhibit the increase scopes of malondialdehyde (MDA) and  $O_2^-$  contents in tuber. At the same time, the increase scope of superoxide dismutase (SOD) activity was enhanced during the early storage period and the decrease scope of SOD activity was reduced during the later storage period. The effect of irradiation for 30 min was the best among different treatments.

**Key words:** *Dioscorea opposita*; infrared ray; laser irradiation; storage quality; membrane lipid peroxidation

铁棍山药是怀山药中的一个优良品种, 有很高的营养价值和药用价值, 其采后贮藏一般是收获后直接堆放在室内, 如此贮藏的怀山药在度过休眠期后很快即会萌芽, 消耗营养物质, 以致品质下降, 造成经济价值的损失, 所以探索抑制萌芽和贮藏保鲜的措施是重要的。作为食品保鲜的辐照技术不仅方便快捷, 而且卫生安全性高, 不存在化学残留和环境污染问题, 所以得到广泛应用(陈殿华 2004)。但此种技术在怀山药中的应用尚未见报道, 本文借鉴辐照在马铃薯(王应昌 1984)、洋葱(王应昌 1984)、大蒜(王应昌 1984; 张璇等 2005; Pellegrini 等 2000; Pérez 等 2007)和生姜(王守经等 2004)贮藏过程中的应用效果, 探索同一强度不同时间的红外线辐照对铁棍山药块茎贮藏过程中芽萌发的效应, 以供铁棍山药贮藏保鲜时参考。

## 材料与方法

铁棍山药(*Dioscorea opposita* Thunb. cv. Tiegun)由河南省温县农科所提供。大田采收后库存至次年 2 月初运回实验室, 挑选大小一致、无创伤、无病、无虫斑的块茎用清水洗净表面的泥土, 自然晾干, 随机分成 4 组。用 2 台相对放置的功率为 25 mW 的红外线激光仪于室温下分别辐照铁棍山药芦头 10、15、30 min, 辐照方式为旋转辐照(在激光照射下匀速将山药芦头旋转 3.5 圈), 以不辐照的为对照。辐照完毕后全部浸泡在 1% 的氯化钙溶液中进行保水处理 15 min (赵喜亭等 2006a, b), 自然晾干后在 12~15 °C 下暗中贮藏。每隔 15 d 随机取样一次, 观察和测定各项指标。

收稿 2007-07-24 修定 2007-09-28

资助 河南师范大学博士启动基金(051007)。

\* E-mail: zhaopt0411@126.com; Tel: 0373-2368256

块茎芦头萌芽率=(观测时芦头发芽的块茎数/总的块茎数)×100%, 为20根块茎的平均值; 块茎含水量用烘干称重法(赵喜亭等2006b; 陈艳乐等2004)测定; 可溶性总糖含量测定用蒽酮比色法(高俊凤2000); 可溶性蛋白含量测定用考马斯亮蓝法(高俊凤2000; Bradford 1976); 丙二醛(malon-dialdehyde, MDA)含量测定用硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)法(张宪政等1994); 超氧阴离子(O<sub>2</sub><sup>-</sup>)含量测定采用羟氨氧化法(王爱国和罗广华1990); 超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性用改良的连苯三酚自氧化法(邓碧玉等1991)测定。样品为单根块茎, 重复3

次。

## 结果与讨论

### 1 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间芦头萌芽率的影响

从图1-a可以看出, 在采后贮藏期间, 辐照块茎芦头的萌芽率显著下降( $P=0.05$ ), 其中辐照30 min的萌芽率最低。

### 2 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间含水量的影响

从图1-b可以看出, 在采后贮藏过程中, 铁棍山药块茎含水量呈下降趋势, 经辐照后的块茎含水量中后期下降速度低于未经辐照处理的, 尤

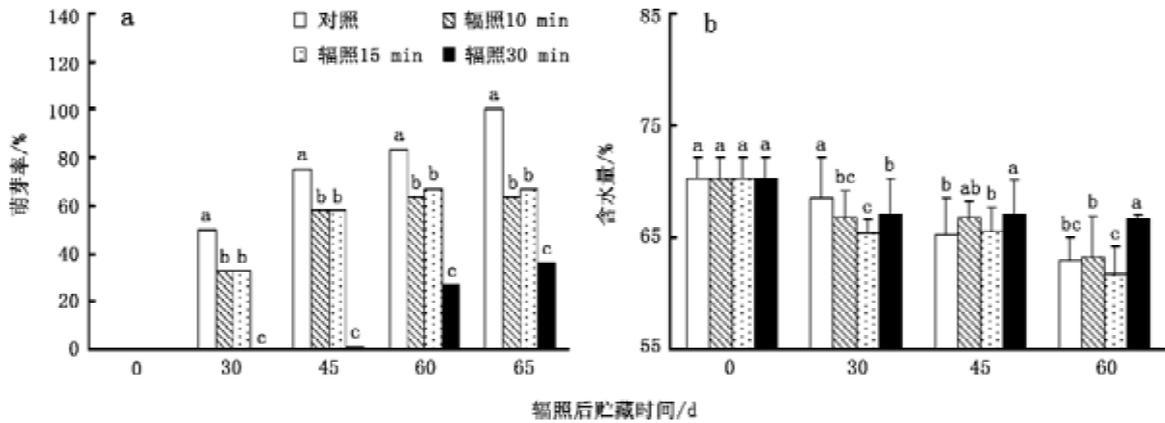


图1 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间萌芽率和含水量的影响

Fig.1 Effect of laser irradiation on the sprouting ratio and water content of *D. opposita* tuber during storage  
竖线表示标准误, 不同字母表示经 Duncan's 新复极差测验达 0.05 显著水平。以下同此。

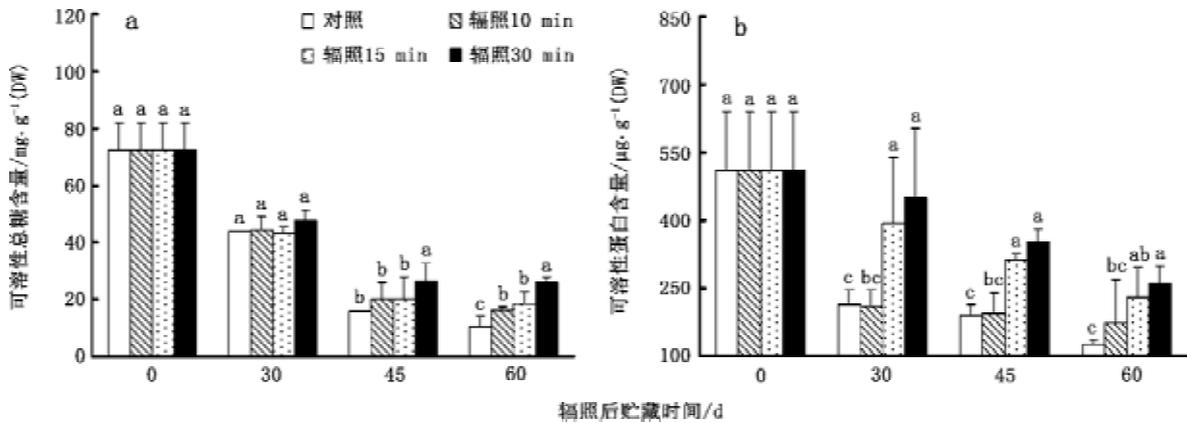


图2 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间可溶性总糖和可溶性蛋白含量的影响

Fig.2 Effect of laser irradiation on soluble total sugar and soluble protein contents of *D. opposita* tuber during storage

以辐照 30 min 的效果为最好。

3 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间可溶性总糖和可溶性蛋白含量的影响

从图2可以看出 (1)随贮藏时间的延长,块茎中可溶性总糖的含量呈下降趋势,经辐照的块茎中可溶性总糖含量下降速度低于不作辐照处理的,且这种优势愈来愈明显。(2)随着贮藏时间的延长,块茎中可溶性蛋白含量也呈现逐渐下降趋势,显示辐照能有效抑制贮藏中后期可溶性蛋白含量的下降,尤以辐照 30 min 效果最好。这些结果说明,红外线激光辐照可抑制铁棍山药萌芽从而保持其贮藏品质。这与王守经等(2004)的<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线辐照可以抑制生姜发芽和保持还原性糖含量的结果是一致的。

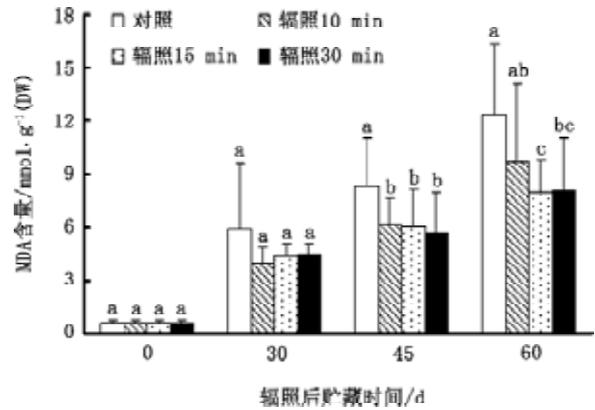


图3 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间MDA含量的影响  
Fig.3 Effect of laser irradiation on MDA content of *D. opposita* tuber during storage

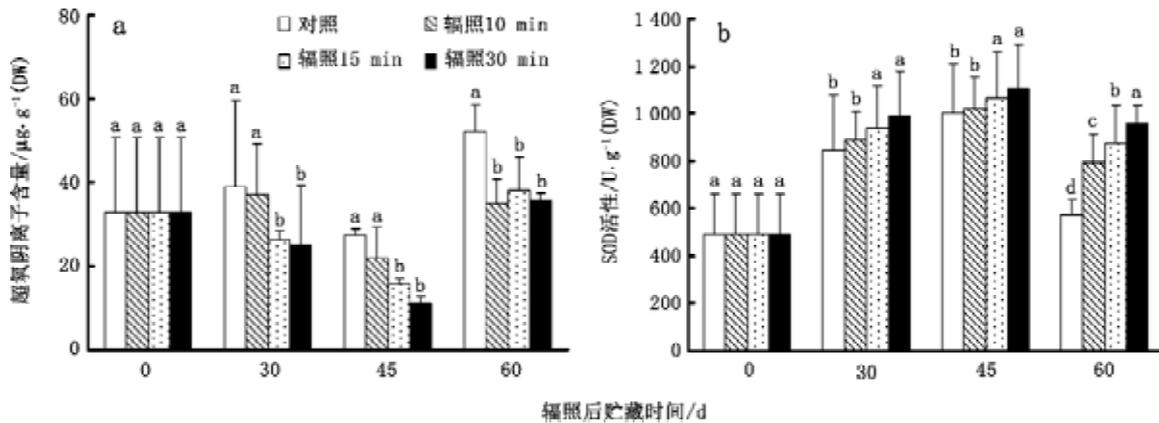


图4 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间O<sub>2</sub><sup>·-</sup>含量和SOD活性的影响  
Fig.4 Effect of laser irradiation on O<sub>2</sub><sup>·-</sup> content and SOD activity of *D. opposita* tuber during storage

4 激光辐照对铁棍山药块茎贮藏期间膜脂过氧化的影响

(1)整个贮藏过程中,MDA 含量呈现上升趋势,45 d后上升幅度增大。激光辐照可降低MDA后期的上升幅度,且辐照时间越长抑制作用越明显(图3)。

(2)贮藏期间,块茎中O<sub>2</sub><sup>·-</sup>含量在30 d之前升高,然后下降,45 d时降到最低,之后快速升高(图4-a)。

(3)贮藏期间,铁棍山药块茎SOD活性在贮藏至45 d前升高,45 d时达到峰值,之后快速下降。这一现象与辐照45 d后O<sub>2</sub><sup>·-</sup>和MDA升高的变化趋势相一致;且与未经辐照的相比,激光辐

照后,块茎中SOD活性始终都较高(图4-b),说明红外线激光辐照能促进SOD活性,降低膜脂过氧化水平。

参考文献

陈殿华(2004). 中国辐照食品的产业化发展. 核农学报, 18 (2): 81~88  
 陈艳乐, 贾守菊, 肖化层, 童莉里, 陈玲玲, 黄慧慧(2004). 温州薯蓣贮藏期间生理生化指标的变化. 河南科学, 22 (3): 356~359  
 邓碧玉, 袁勤生, 李文杰(1991). 改良的连苯三酚自氧化测定超氧化物歧化酶活性的方法. 生物化学与生物物理进展, 18 (2): 163~164  
 高俊凤(2000). 植物生理学实验技术. 第1版. 西安: 世界图书出版公司, 137~148  
 王爱国, 罗广华(1990). 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系. 植物生理学通讯, 26 (6): 55~57

- 王守经, 于子厚, 孙守义, 邹积万, 张志奇, 孙宏春, 吕铁信, 刘效永 (2004). 辐照生姜的贮藏性状研究. 核农学报, 18 (1): 26~29
- 王应昌(1984).  $^{60}\text{Co}$ - $\gamma$  射线对大蒜、洋葱或马铃薯幼芽生长和分生组织细胞形态影响的研究初报. 河南农学院学报, 12 (4): 31~41
- 张宪政, 陈凤玉, 王荣富(1994). 植物生理学实验技术. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 161~165
- 张璇, 何建中, 李瑞军(2005). 辐照抑制冷藏大蒜发芽的研究. 核农学报, 19 (2): 102~104
- 赵喜亭, 孙颖, 何男, 侯惠敏, 金旭, 宋雅娟, 李明军(2006b).  $\text{CaCl}_2$  处理对铁棍山药块茎采后品质的影响. 河南农业科学, 42 (12): 69~72
- 赵喜亭, 王会珍, 周娜, 张晓丽, 孙颖, 刘萍, 李明军(2006a).  $\text{CaCl}_2$  对铁棍山药块茎采后几种与膜脂过氧化相关的生理指标的影响. 植物生理学通讯, 42 (6): 1077~1080
- Bradford MM (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem, 72: 248~254
- Pellegrini CN, Croci CA, Orioli GA (2000). Morphological changes induced by different doses of gamma irradiation in garlic sprouts. Rad Phys Chem, 57 (3~6): 315~318
- Pérez MB, Aveldaño MI, Croci CA (2007). Growth inhibition by gamma rays affects lipids and fatty acids in garlic sprouts during storage. Postharvest Biol Technol, 44 (2): 122~130