

文章编号: 1000-5692(2007)04-0424-04

# 不同保鲜预处理对绿竹笋呼吸速率的影响

余学军<sup>1</sup>, 窠可<sup>2</sup>, 章兆福<sup>3</sup>, 柳德坚<sup>4</sup>

(1. 浙江林学院 竹类研究所, 浙江 临安 311300; 2. 广东省梅县阴那山省级自然保护区 管理处, 广东 梅县 514700; 3. 浙江省富阳市林业局, 浙江 富阳 311400; 4. 浙江省乐清县林业局, 浙江 乐清 325600)

**摘要:** 根据对绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 竹笋的 3 种保鲜预处理方法试验, 测定了不同处理在 20 h 内和 7 d 内的绿竹笋的呼吸速率。结果表明: 绿竹笋采收后, 采用常温条件保存, 笋体的呼吸速率增加很快, 在 4~6 h 时呼吸速率( $\text{CO}_2$ )达最高峰, 为  $163.81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ; 用冰水预冷处理的绿竹笋在 14~16 h 时达到最高峰, 为  $138.66 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ; 用冰水处理同时以  $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  壳聚糖涂膜处理的竹笋在 14 h 左右达最高峰, 为  $113.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ; 经冰水预处理和  $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  壳聚糖涂膜处理的竹笋在采后 7 d 内维持笋体的低呼吸速率, 可以抑制笋体呼吸作用。图 2 参 8

**关键词:** 园艺学; 绿竹; 竹笋; 呼吸速率; 壳聚糖

**中图分类号:** S644.2      **文献标志码:** A

绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 分布于浙江、台湾、福建、广西、广东, 其中浙江、台湾和福建三省为最多。绿竹具有生长迅速、成林快、轮伐期短、收益大等优点, 其笋形似马蹄, 称“马蹄笋”或“绿竹笋”<sup>[1, 2]</sup>。绿竹笋为夏季型竹笋, 笋期一般在 5~10 月, 与雷竹 *Phyllostachys praecox*, 毛竹 *Phyllostachys pubescens* 等散生竹种的笋期相错, 其笋质脆嫩, 鲜甜可口, 营养丰富, 竹笋风味优于多种其他竹笋, 且笋体酪氨酸含量较低, 适宜罐头加工。绿竹竹材纤维长, 易分解, 是优良的造纸原料, 而且绿竹在绿化美化, 防止林火, 防风固土等方面能发挥良好的生态与社会效益, 也是优良的生态经济型竹种。绿竹笋采后 4~5 h 风味就开始变化, 一般常温下只能保鲜 1 d, 限制了绿竹笋的销售半径。目前, 由于鲜笋保鲜技术的制约, 夏秋出笋的绿竹笋销售状况滞后, 鲜笋市场半径在 50 km 以内。竹笋加工厂、保鲜储运技术跟不上生产发展需要。产笋高峰季节, 因加工厂加工能力有限, 鲜笋供过于求, 同时由于夏秋季环境温度高, 竹笋保鲜期短, 笋价极低, 严重损伤了笋农积极性。绿竹笋采收与毛竹冬笋不同, 冬笋是在秆柄连接处切断, 而绿竹笋是在竹笋膨大处用利刀切下, 导致竹笋创伤面特别大, 与毛竹春笋和高节竹 *Phyllostachys prominens* 笋<sup>[4]</sup>相似。同时也因为绿竹笋出笋期在夏秋季节, 气温高, 在储藏过程中, 采收在竹笋基部形成的创伤, 能导致笋体的呼吸作用加强, 促进笋体老化。研究绿竹笋采收后不同处理竹笋的呼吸速率变化规律, 对绿竹笋采后处理技术的开发, 保持竹笋鲜度和质量, 有着重要的参考价值。

收稿日期: 2006-17-13; 修回日期: 2007-04-04

基金项目: 浙江省科学技术攻关项目(2004C32056)

作者简介: 余学军, 副教授, 硕士, 从事竹林培育与利用研究。E-mail: yxj@zjfc.edu.cn

## 1 试验材料与试验方法

### 1.1 试验材料

7月上旬从田间挖掘绿竹笋, 取笋长和基径大体一致的竹笋, 用聚乙烯袋包裹, 送基地实验室。

### 1.2 试验方法

1.2.1 绿竹笋20 h内呼吸速率变化 将绿竹笋试样分成3种试验处理, 其中A在常温条件下直接装箱, B采用冰水预冷2 h后风干装入箱, C在冰水预冷2 h后, 再用 $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 壳聚糖涂膜风干后装箱。每种处理取3株竹笋, 在常温条件下置入呼吸速率测定装置中, 每隔2 h进行气体采样, 测定呼吸速率。重复3次。

1.2.2 绿竹笋7 d内呼吸速率变化 将绿竹笋分成3份, 其中A在常温条件下直接装箱, B采用冰水预冷后装入保温箱, C在冰水预冷, 再用 $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 壳聚糖涂膜后装入保温箱。从竹笋采后24 h开始, 每天定时进行气体采样, 测定呼吸速率。

### 1.3 呼吸速率测定方法

采用滴定法进行测定<sup>[3]</sup>, 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠吸收竹笋在一定时间(本试验采用0.5 h)内呼吸所释放出来的二氧化碳, 再用 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的草酸滴定剩余的碱, 由消耗酸的数量与对照空白数量之差, 计算出呼吸所释放的二氧化碳的量, 按以下公式求出其呼吸速率( $\text{CO}_2$ )。

呼吸速率 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) =  $(V_1 - V_2) \times C_{\text{酸}} \times C_{\text{CO}_2} \div m \div t$ 。  $C_{\text{酸}}$  为草酸的浓度;  $C_{\text{CO}_2}$  为二氧化碳当量;  $m$  为笋质量;  $t$  为测定时间;  $V_1$  为空白滴定值;  $V_2$  为正式滴定值。

## 2 结果与分析

### 2.1 鲜竹笋采收后20 h内呼吸强度变化规律

绿竹笋采收后, 取1 kg左右的绿竹笋, 置于气体采样器内, 每隔2 h测定一次呼吸速率, 每次测定时间为0.5 h, 每个处理共测定10次。氢氧化钠吸收溶液用塑料瓶收集储存, 送回实验室滴定。结果见图1。

从图1可看出, 竹笋采收后, 常温A处理条件下呼吸速率增加很快, 呈现一个跃变过程<sup>[4]</sup>, 4~6 h时呼吸速率达到最大值, 为 $163.81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 随着采后储藏时间的延长, 笋体的呼吸作用强度将逐渐降低, 至测定期末达到最低值。冰水预处理B在采后初期能有效地降低呼吸速率, 但随着采后储藏时间的增加, 其笋体呼吸速率逐步增强, 然而与A处理不同, 基本上不出现跃变状态, 竹笋直至14~16 h时呼吸速率才达到最高峰, 为 $138.66 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。用冰水处理同时辅以 $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 壳聚糖涂膜处理C的竹笋的呼吸作用速率的变化规律与B处理基本相似, 其笋体呼吸作用强度在采后14 h左右达最高峰, 为 $113.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。同时, 从图1还表明: 冰水预处理和冰水处理加 $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 壳聚糖涂膜共同处理的竹笋呼吸速度最高峰均低于常温下处理的A, 表明冰水预处理和 $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 壳聚糖涂膜均具有抑制笋体呼吸作用。方差分析表明, 不同处理间差异显著( $F=2.949 > F_{0.01}$ )。

### 2.2 绿竹笋采收后7 d内笋体呼吸速率的变化规律

绿竹笋从采收到市场销售或加工利用均有一段时间, 在此时段内, 采收后的竹笋仍处于较为强烈的生理代谢过程中。为此, 从采收后的第1天开始, 每天定时对绿竹笋的3种处理进行呼吸速率测定, 以了解其变化规律, 其结果见图2。

图2表明, 随着采收时间的延长, 常温条件下A处理竹笋呼吸速率很高, 达 $124.16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 到第2天呼吸速率就开始迅速下降, 至第4天就进入一个较低的水平, 为 $11.78 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ , 到第6天呼吸强度为0, 笋体开始变质。经冰水预冷处理的B和C组绿竹笋, 呼吸速率从开始就处于较低的水平, 随着时间的延长, 先缓慢升高, 3~4 d后开始缓慢下降。我们认为, B和C组处理有利于绿竹笋的保鲜, 从方差分析显示, 不同处理间差异不显著( $F=2.457 < F_{0.01}$ )。经多重比较, A处理与B和C组处理差异显著, B和C处理间差异不显著。

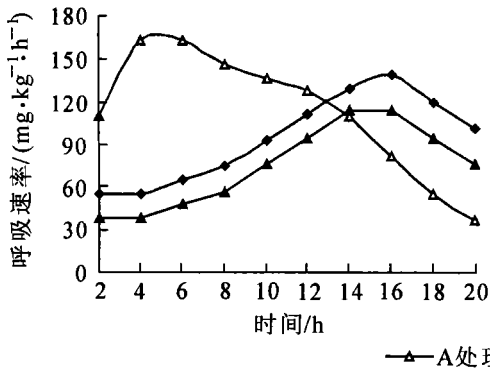


图1 采后20 h内绿竹笋呼吸速率变化

Figure 1 Respiration rates of bamboo shoots in 20 h

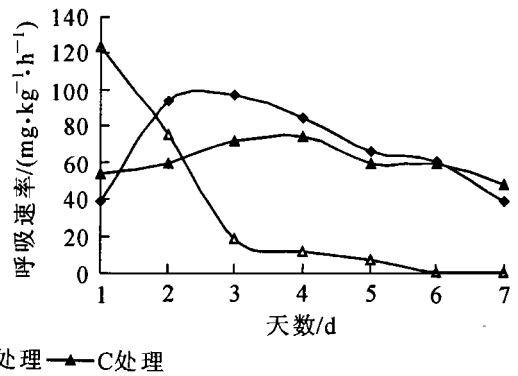


图2 采后7 d绿竹笋呼吸速率变化

Figure 2 Respiration rates of bamboo shoots in 7 storing days

### 3 结论与讨论

呼吸作用由一系列酶促生物化学反应所组成<sup>[7]</sup>, 对温度变化很敏感, 绿竹笋采收后, 在常温下, 呼吸速率迅速增加, 随着时间的延长, 呼吸速率便迅速降低。这是因为酶开始变性而对呼吸作用产生不利的效应。但在初期酶变性的破坏作用进行较慢, 随着时间的延长, 变性的酶逐渐积累, 呼吸速率便下降, 温度越高, 呼吸速率下降得越快。呼吸作用还受气体成分的影响。另外, 储竹笋的受伤生理是非常复杂的变化过程, 可能还伴随着乙烯的产生。乙烯<sup>[8]</sup>是植物的衰老激素, 在储藏过程中加速了竹笋的老化。

低温是控制呼吸作用的有效方法, 但随着时间效应的积累, 呼吸作用下降, 竹笋的生活力降低。从整个储藏期来看, 前期呼吸速率增加越快, 后期下降也越快。为保持竹笋的鲜度, 竹笋采收后应在6 h内完成前期处理, 以降低因呼吸作用而消耗养分。

10 mg·g<sup>-1</sup>壳聚糖涂膜能在笋体的表面形成一层保护膜, 阻碍笋体与外界的接触, 减少氧气的进入及微生物的侵染, 同时也可以减缓水分的散失及呼吸作用时产生二氧化碳的释放。因此, 液膜可以减缓笋体的氧化褐变及微生物的入侵, 从而使笋体的外观品质得到较好的保持, 同时减少笋体因水分的散失而带来的失重。液膜阻碍氧气进入和二氧化碳释放, 可抑制笋体的呼吸作用, 减少营养物质的消耗, 从而减缓竹笋营养品质的劣变。

以壳聚糖为主要原料的涂膜保鲜剂, 是天然生物多糖, 安全无毒, 可被生物降解, 不存在残留毒性问题; 在果实表面涂布后形成的膜由于具有一定的阻氧性和阻水汽性以及良好的抗张强度, 能调节果蔬采后的生理代谢, 可在竹笋等果蔬保鲜方面起到一定的作用。

#### 参考文献:

- [1] 余学军, 林德芳, 吴寿国, 等. 绿竹快速育苗技术比较[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(2): 235-237.
- [2] 马良进, 池万银, 黄德仁, 等. 绿竹叶病原及其防治药剂筛选[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(1): 66-69.
- [3] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [4] 余学军, 陈庆虎, 吴家森, 等. 保鲜处理对高节竹笋采后生理影响的研究[J]. 竹子研究汇刊, 2004, 24(1): 49-51.
- [5] 陈晓亚. 植物次生代谢及调控[M] // 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学. 2版. 北京: 科学出版社, 1998: 390-401.
- [6] 陈安和. 几丁质对储存草莓中SOD活力和V<sub>C</sub>含量的影响[J]. 食品科学, 1994, 15(7): 65-67.
- [7] KAMATA S, TERADA T. The activities of phenylalanine ammonia-lyase and peroxidase, rate of growth and rate of lignifications[J]. *Jpn Wood Res Soc*, 1969, 15(4): 182-187.
- [8] 宋纯鹏, 梅慧生. 高等植物体内L-氨基环丙烷-L-羧酸(ACC)的形成、转化和调节[J]. 植物生理学通讯, 1990, (4): 13-19.

## Effects of different fresh pretreatments on the respiration intensity of *Dendrocalamopsis oldhami* shoots

YU Xue-jun<sup>1</sup>, DOU Ke<sup>2</sup>, ZHANG Zhao-fu<sup>3</sup>, LIU De-jian<sup>4</sup>

(1. The Research Institute of Bamboo, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. Yin'na Mountain Provincial Nature Reserve of Meixian County, Meixian 514700, Guangdong, China; 3. Forest Enterprise of Fuyang City, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 4. Forest Enterprise of Yueqing City, Yueqing 325600, Zhejiang, China)

**Abstract:** The respiration intensity of *Dendrocalamopsis oldhami* shoots pretreated by 3 different methods (1 is boxed at constant temperature, 2 is pre-cooling in ice water for 2 h, then stored in the thermal container, 3 is pre-cooling in ice water for 2 h, daubed by  $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  chitose, then stored in the thermal container) in 20 h and 7 days was tested. The results showed that the respiration rate would increase quickly if the shoots were stored in the normal temperature and reach the peak value in 4–6 h, which was  $163.81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{CO}_2$ ; the respiration rate would reach the peak in 14–16 h if the shoots were stored in the ice water, which was  $138.66 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{CO}_2$ ; the respiration rate would reach the peak in 14 h if the shoots were pre-cooling in the ice water and treated with  $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  chitose, which was  $113.43 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} \text{CO}_2$ . Shoots pretreated with ice water and  $10 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  chitose would maintain a low respiration rate within 7 days. Therefore, such treatment could restrain the respiration of shoots. [Ch, 2 fig, 8 ref.]

**Key words:** horticulture; *Dendrocalamopsis oldhami*; bamboo shoots; respiration rate; chitose

## 浙江林学院 2 项科研成果分获浙江省科学技术奖一、二等奖

由浙江林学院主持完成的“特色经济树种新品种选育及高效培育技术研究”“浙江省水土流失重点治理区林业生态体系配套技术研究”2 项成果分别获 2006 年浙江省科学技术奖一等奖和二等奖。此次浙江省共有 280 个项目获奖, 其中一等奖 23 项, 二等奖 91 项。