

# 板栗果实采后生理初报

曾燕如 仲山民 林海萍 郑 钢 喻卫武

(浙江林学院林学系, 临安 311300)

**摘 要** 对 5 个无性系板栗果实采后生理的研究表明,板栗属具呼吸跃变的干果。栗实脱蒲 1 周后呼吸速率及淀粉酶活性都逐渐增加,酶活性峰值的出现要比呼吸跃变的峰值晚。无论是呼吸速率还是酶活性,各无性系间均有差异。对栗实进行保鲜处理宜在脱蒲后 1 周内完成。

**关键词** 板栗; 果实; 呼吸; 淀粉酶

**中图分类号** S664. 2

板栗 (*Castanea mollissima*) 是浙江省重要的干果之一,但由于板栗成熟期处于气温尚高的 9~ 10 月份,如何对其进行贮藏保鲜,延长其货架寿命,提高其经济价值,一直是板栗生产者及研究人员所关注的问题。

目前有不少有关板栗贮藏保鲜的报道,但多局限于贮藏方法之介绍,栗实脱蒲后基本的生理变化还鲜有报道。研究果品采后生命活动机制可为果品合理贮藏保鲜提供理论依据。本文是这方面的一个补充,以便今后从生理生化的角度进一步探讨板栗贮藏保鲜的方法。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料来源及预处理

测试所用的 5 个无性系板栗,即金丰、石丰、桐选 43、山门 4 和江山 1,来自浙江省桐庐板栗研究所,是该所从 65 个无性系中经 8 a 选育出来的,其初期产量较浙江省推广良种毛板红和上虞魁栗有大幅度提高。其中金丰、石丰原产北方。

测试所用的板栗果实于 9 月下旬自然成熟时采摘,1 周后脱蒲,剔除受病虫害危害的栗实,于室温自然条件下摊放,隔日测定各项生理生化指标。

### 1.2 方 法

测定的生理生化指标有栗实的鲜质量损失、呼吸速率、淀粉酶活性和含糖量等。

1.2.1 鲜质量损失与呼吸速率的测定 各无性系各取 50 粒栗实,在测定呼吸速率前称取其

收稿日期: 1997-02-28

第 1 作者简介: 曾燕如,女,1961 年生,副教授

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

质量。呼吸速率的测定参照严挺的方法<sup>[1]</sup>, 空气流速控制在  $500 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , 室温除当天较高 ( $25^{\circ}\text{C}$ ) 外, 其余为  $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , 以每克栗实在  $1 \text{ h}$  内产生释放的二氧化碳的毫克数 (即  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) 来表示

1.2.2 淀粉酶活性的测定 淀粉酶活性的测定参照 Sadasivam 与 Manikam 所综述的方法<sup>[2]</sup>, 用每克栗实每分钟形成的麦芽糖的毫克数 ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) 来表示

1.2.3 含糖量的测定 含糖量的测定采用斐林-碘量法, 其中糖溶液的提取采用酒精提取法 还原性糖主要指葡萄糖、果糖等单糖 总糖除包含单糖外还包括经酸水解的蔗糖等可溶性糖

## 2 结果与讨论

栗实脱离刺苞后的  $20 \text{ d}$  内发生了一系列较大的生理变化。  $21 \text{ d}$  时各无性系随机抽取一定数量的栗实破壳检查完好率 (表 1) 从检查结果看, 不同的无性系完好率差异大。以石丰的完好率为最高 ( $73.33\%$ ), 随后依次为山门 4 桐选 43 金丰, 以江山 1 完好率最低,  $21 \text{ d}$  时只有  $50.00\%$  的栗实保持完好。据观察, 栗实脱蒲时, 许多栗实因虫害而丧失了食用价值 脱蒲剔除虫害以后的栗实, 贮存过程中发生变质, 很少与虫害有关。多数人认为, 这是由于采后气温仍较高, 栗实失水快, 生理活性逐渐降低<sup>[3]</sup>, 导致对病菌抵抗力的减弱。据报道, 至少有 9 种病原菌的侵染可引起板栗的腐烂<sup>[4]</sup>。我们还发现变质栗实外种皮略黑, 内子叶多数呈灰白状, 更有甚者呈黑色, 且十分坚硬。这说明, 自然条件下不作任何处理, 栗实损耗大, 同时也表明对栗实进行保鲜处理的重要性 从栗实脱蒲后测得的含水率看, 5 个无性系的含水率都很高, 在  $52.00\%$  以上。完好率似乎与最初栗实的含水率关系不大。

表 1 栗实脱蒲后的含水率及完好率

Table 1 Moisture content and percentage of intact nuts after removal of the spined cupule in Chinese chestnut

无性系	脱蒲后 1 d 的含水率 %	脱蒲后 21 d 的完好率 %
金 丰	52.49	53.33
石 丰	57.68	73.33
桐选 43	56.22	60.00
山 门 4	54.31	63.00
江 山 1	52.46	50.00

### 2.1 鲜质量损失与呼吸速率的动态变化

栗实脱蒲后鲜质量由于失水而逐渐下降, 至  $19 \text{ d}$  时, 鲜质量损失都达  $30.00\%$  以上, 江山 1 山门 4 及石丰分别达  $35.53\%$ 、 $36.60\%$  及  $37.22\%$  (表 2)。同时从表中可见, 栗实大小依次为金丰、桐选 43 山门 4 江山 1 及石丰。鲜质量损失快慢与无性系有关, 与栗实大小似乎关系不大。栗实第 1 个月失水是失重的关键时期<sup>[5]</sup>。

刚脱蒲时, 由于与外界的直接接触, 栗实的呼吸速率略有增加 (表 3), 但石丰较特别, 呼吸速率的波动幅度明显大于其他无性系。脱蒲  $5 \sim 7 \text{ d}$  后, 各无性系栗实呼吸速率迅速增加, 但达呼吸高峰的时间不一致。江山 1 在脱蒲  $7 \text{ d}$  后呼吸速率明显增加, 于  $10 \text{ d}$  达峰值, 随后是金丰与石丰 ( $12 \sim 14 \text{ d}$ ), 最后是桐选 43 与山门 4 ( $17 \text{ d}$ )。后 2 个无性系在脱蒲后  $14 \text{ d}$  呼吸速率迅速增加。另外, 呼吸跃变时的呼吸速率大小依次为山门 4 江山 1 桐选 43 金丰与石丰, 其中金丰与石丰呼吸跃变不甚明显。由此可见, 板栗属具呼吸跃变的干果。呼吸跃变期

过后, 栗实的呼吸速度逐渐下降。李文忠等报道<sup>[5]</sup>, 呼吸跃变过后, 经保鲜处理的栗实随贮藏时间的延续呼吸速率逐渐下降, 1个月后趋于平稳

表 2 栗实脱蒲后的鲜质量损失

Table 2 Loss of fresh weight after removal of the spined cupule in Chinese chestnut

无性系	鲜质量 /g									鲜质量损失 /%
	1 d	3 d	5 d	7 d	10 d	12 d	14 d	17 d	19 d	
金丰	821.7	774.9	737.9	716.4	687.5	656.7	626.8	519.3	570.1	30.61
石丰	374.5	344.9	322.7	311.3	297.3	285.0	268.1	246.8	235.1	37.22
桐选 43	627.5	567.2	536.1	517.8	501.1	486.9	465.7	437.2	425.7	32.16
山门	4 583.9	533.0	509.5	490.0	469.0	446.4	422.6	387.2	370.2	36.60
江山 1	473.2	443.1	413.8	393.3	374.7	358.0	346.2	315.5	305.0	35.55

\* 脱蒲后天数

表 3 栗实脱蒲后呼吸速率的变化

Table 3 Variation in respiration rate after removal of the spined cupule in Chinese chestnut

无性系	呼吸速率 /mg <sup>o</sup> g <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>								
	1 d	3 d	5 d	7 d	10 d	12 d	14 d	17 d	19 d
金 丰	0.031 1	0.035 1	0.024 6	0.031 6	0.043 3	0.051 4	0.051 9	0.047 3	0.035 4
石 丰	0.012 5	0.024 4	0.056 4	0.014 8	0.030 9	0.041 8	0.045 0	0.040 3	0.030 4
桐选 43	0.010 2	0.014 2	0.014 1	0.003 3	0.020 0	0.028 3	0.033 0	0.061 1	0.040 9
山 门 4	0.023 9	0.021 4	0.020 8	0.027 5	0.041 2	0.053 1	0.052 6	0.075 1	0.067 9
江 山 1	0.022 3	0.040 9	0.039 3	0.039 2	0.072 4	0.055 0	0.053 9	0.052 9	0.045 5

\* 脱蒲后天数

## 2.2 淀粉酶活性的动态变化

栗实脱蒲后 20 d内, 淀粉酶活性的变化与呼吸速率的变化相类似, 经历了一个 5~ 7 d的波动阶段, 出现一个低谷, 后活性逐渐增强(表 4) 各无性系的淀粉酶活性在脱蒲后的 7~ 10 d及 17 d后的 2~ 3 d内增加较快, 其中金丰在 17 d时酶活性达峰值, 后逐渐下降。其余无性系此酶的活性在定期测定结束时仍在增加。从游离  $\beta$ -淀粉酶的活性来看也有类似的变化趋势, 即脱蒲后 1周内, 酶活性出现一个低谷, 后逐渐加强, 金丰于 17 d达峰值, 其余无性

表 4 栗实淀粉酶的活性变化

Table 4 Variation in amylase activity in Chinese chestnut

脱蒲后的 天数 /d	淀粉酶 /mg <sup>o</sup> g <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup>					游离 $\beta$ -淀粉酶 /mg <sup>o</sup> g <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup>				
	金 丰	石 丰	桐选 43	山门 4	江山 1	金 丰	石 丰	桐选 43	山门 4	江山 1
1	1.032	0.642	1.992	1.302	0.740	1.152	0.488	1.364	1.072	0.896
3	1.168	1.014	1.634	1.010	0.744	0.658	0.690	0.690	1.290	0.512
5	0.810	1.316	1.146	0.744	1.114	0.282	0.644	0.376	0.204	0.486
7	0.696	0.690	0.934	0.494	0.630	0.430	0.250	0.370	0.290	0.348
10	1.680	0.870	1.058	1.192	1.326	0.658	0.362	0.362	0.436	0.620
12	1.780	1.082	1.690	1.240	1.400	0.972	0.880	0.878	0.512	0.664
14	1.920	1.884	1.752	1.336	1.490	1.300	1.192	1.000	0.600	0.816
17	2.244	1.836	1.164	1.600	1.600	2.032	1.678	1.270	0.690	0.926
19	2.054	2.698	2.150	2.730	2.054	1.458	2.064	1.460	1.854	1.664

系的 $\beta$ -淀粉酶活性的峰值迟于金丰。游离 $\beta$ -淀粉酶活性的快速增加与淀粉酶活性快速增加同步或略迟。这主要是 $\alpha$ -淀粉酶作用于大分子底物以降低粘性,而 $\beta$ -淀粉酶在此基础上加速还原糖的产生,其中部分还原糖用于呼吸作用的消耗。与栗实呼吸作用相比较,酶活性峰值的到来晚于呼吸高峰。在呼吸速率有所下降的时候,淀粉酶继续促进淀粉向糖转化,同时呼吸消耗的底物量相对减少。随栗实逐渐地失水干燥,栗实中糖有所积累,使栗实更甜

### 2.3 栗实含糖量的变化

从实验结果(表5)看,不同无性系栗实之还原糖含量在脱蒲后2周内都较低。山门4与桐选43略高于其余3个无性系。在指标测定期间,还原糖含量及总糖含量有增加的趋势,说明栗实的主要成分淀粉在酶的作用下转变成糖。在脱蒲后的第3周各无性系还原糖的含量增加较明显,说明此时酶的活性较大。指标测定结束时,酶的活性,除金丰外,其余无性系还有增加的趋势。尽管在糖转化的同时,部分糖用作呼吸的底物而消耗,但随着呼吸速率的减弱,栗实的失水干燥,糖含量还有增加的趋势。

表5 栗实糖含量的变化

Table 5 Variation in sugar content in Chinese chestnut

脱蒲后天数 /d	还原糖 %					总糖 %				
	金丰	石丰	桐选43	山门4	江山1	金丰	石丰	桐选43	山门4	江山1
13	0.85	0.73	1.03	1.08	0.75	1.76	3.30	2.95	2.40	4.48
19	5.55	6.60	6.45	6.45	6.15	7.95	9.15	9.00	5.25	8.77

有资料显示,呼吸跃变期以后对栗实进行保鲜处理,可大大地减少栗实因腐烂造成的损失<sup>[5]</sup>。可以设想,如果在呼吸跃变以前及时地对栗实进行保鲜处理,腐烂栗实的比例可进一步降低,使完好率有所提高。结合栗实生长发育期间虫害的防治,可大大增加可食栗实的比例

## 3 小结

3.1 自然条件下板栗栗实易失水,不耐贮藏,因无性系和品种而异。因此,贮藏保鲜在提高板栗的经济价值方面尤显重要

3.2 自然条件下,栗实脱蒲后,在1周内出现一个呼吸低谷,以后呼吸逐渐加强,10d以后各无性系相继出现呼吸高峰。呼吸跃变期后呼吸速率逐渐减弱。因此,板栗为具呼吸跃变的干果。对其进行采后保鲜处理,宜在脱蒲后1周内完成。生产上,产量高的地区处理量大,尤应注意。

3.3 栗实内淀粉酶活性在脱蒲1周后也呈增加趋势,其峰值的出现晚于呼吸峰值。因此随栗实不断地失水,峰值过后呼吸速率减弱,还原性单糖及蔗糖等双糖有所积累,从而使栗实变得更甜。

## 参 考 文 献

- 1 严挺. 荔枝果实采收后的呼吸趋势研究初报. 植物生理学通讯, 1985, (3): 16-17
- 2 Sadasivam S, Manikam A. *Biochemical Methods for Agricultural Sciences*. New Delhi: Wiley Eastern Limited, 1992
- 3 陆发利, 阎洪楚, 解玉选, 等. 提高板栗耐贮性的技术措施. 林业科技通讯, 1994, (9): 19
- 4 朱锦茹, 廉月琰, 华正媛. 板栗贮藏期腐烂原因初探. 浙江林业科技, 1992, 12(1): 44-46

- 5 李文忠, 葛惠民, 蔡永萍. 板栗液膜贮藏保鲜方法及其生理研究, 安徽农学院学报, 1992, 19(4): 263~ 267

Zeng Yanru (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Zhong Shanmin, Lin Haiping, Zheng Gang, and Yu Weiwu. **A Preliminary Study on Postharvest Physiology of Fruits in Chinese Chestnut.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, 14(4): 315~ 319

**Abstract** A study on postharvest physiology of chestnuts in 5 clones of *Castanea mollissima* shows that Chinese chestnut is a kind of climacteric nuts. Both respiration rate and activity of amylases gradually increase one week after the spined cupule is removed, with the latter reaching a peak later than the former. Differences in either respiration rate or enzyme activity are there among the clones. It's suggested that the treatments for fresh-keeping storage be finished within one week after removing the spined cupule is done.

**Key words** *Castanea mollissima*; fruits; respiration; amylases.