

微波处理对绿竹笋老化生理的影响

高贵宾^{1,2}, 顾小平¹, 张小平², 周益权¹, 岳晋军¹, 袁娜¹

(1. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 安徽师范大学 生命科学学院, 安徽 芜湖 241000)

摘要: 对经微波处理后的绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 笋中苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性和酸性洗涤纤维(ADF)质量分数在冷藏过程中的变化进行了研究。结果表明: 同一微波强度下, 随处理时间的增加, PAL活性呈阶梯状递减。中火微波强度下, 从0 s(对照)的155.4 nkat降低到30 s的62.0 nkat; 高火微波强度下, 从0 s的159.4 nkat降低到了30 s的35.7 nkat。除中火微波处理10 s笋样外, 其他各笋样PAL活性与对照相比均达到显著以上差异水平。ADF质量分数的增幅前期大, 后期小, 微波强度越大, 处理时间越长, 增幅越小。显现出笋老化前期速度快, 后期慢, 随微波强度增大和时间延长而减缓的特点。可见微波处理对抑制笋老化效果明显。图4表1参14

关键词: 植物学; 绿竹; 竹笋; 微波; 老化; 苯丙氨酸解氨酶; 酸性洗涤纤维

中图分类号: S644.2; S379.7 文献标志码: A 文章编号: 1000-5692(2008)05-0675-04

Microwave treatments on the ageing physiology of *Dendrocalamopsis oldhami* bamboo shoots

GAO Gui-bin^{1,2}, GU Xiao-ping¹, ZHANG Xiao-ping², ZHOU Yi-quan¹, YUE Jin-jun¹, YUAN Na¹

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, The Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. College of Life Sciences, Anhui Normal University, Wuhu 241000, Anhui, China)

Abstract: In order to explore the inhibitory effects of microwave on bamboo shoots aging, and more safety and high-quality fresh-keeping method of bamboo shoots, changes in phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity and acid detergent fiber (ADF) mass fraction of *Dendrocalamopsis oldhami* bamboo shoots were studied using mid and high intensity microwave for 0 (the control), 10, 20, and 30 seconds with four replication. Results showed that after being treated with mid intensity microwave, PAL activity decreased gradually from 155.4 to 62.0 nkat and after high intensity microwave with increasing times, decreased from 159.4 to 35.7 nkat. There were significant differences ($P < 0.05$) between PAL activity of most shoot samples and the control (except for the sample treated for 10 s with mid intensity microwave). The ADF mass fraction decreased rapidly in the prophase, and was lower when the microwave intensity was stronger and treatment time was longer. All facts showed that the shoot ageing speed was faster in the prophase and slowed with increasing microwave intensities and prolonged time periods. [Ch, 4 fig. 1 tab. 14 ref.]

Key words: botany; *Dendrocalamopsis oldhami*; bamboo shoot; microwave; ageing; phenylalanine ammonia-lyase (PAL); acid detergent fiber(ADF);

微波技术在竹笋保鲜中的应用主要有2个目的: 一是杀菌, 微波杀菌比热力杀菌具有加热时间短, 升温速度快, 杀菌均匀, 笋制品营养成分和风味物质的破坏和损失少等特点。与化学杀菌相比, 微波杀菌无化学物质残留而使安全性提高。二是灭酶, 传统的灭酶多采用热水或蒸汽烫漂的方法, 虽

收稿日期: 2007-10-15; 修回日期: 2007-12-07

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2006BAD19B0303); 国家林业局推广项目(2005-85)

作者简介: 高贵宾, 硕士研究生, 从事竹类研究。E-mail: anshu998@sclu.com. 通信作者: 顾小平, 研究员, 博士, 从事竹类研究。E-mail: guxp@fy.hz.zj.cn

然灭酶效果显著,但笋制品的质地差,常带有蒸煮味,而且大量的水会使制品中的可溶性营养成分溶出,降低营养价值,同时也会导致笋制品品质发生改变。微波灭酶处理是从内部开始加热,处理时间较短,营养成分损失少,保持了笋制品中原有的特殊风味,也起到了一定的护色作用,提高了经济效益。到目前为止,李爱军等^[1]利用微波对软包装竹笋杀菌保鲜进行了相关研究,贺筱蓉^[2]对微波处理后竹笋水分、总糖、总氮、总纤维和氨基酸总量进行了相关分析,然而有关微波处理后竹笋中一些酶及其相关生理变化的研究尚未见报道。该文旨在研究微波处理的绿竹 *Dendrocalamopsis oldhami* 笋中与木质化有关的苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性和包含木质素的酸性洗涤纤维(ADF)质量分数的变化,以期探讨微波处理在抑制竹笋老化生理中的作用。

1 材料与方法

1.1 材料

绿竹笋采自浙江省平阳县。于8月份,选取刚露土,笋尖呈黄绿色,笋体黄色,笋长和基径大体一致,无损伤和病虫害的竹笋40个做研究材料。

1.2 试验设计

将绿竹笋擦拭干净,切除底部较老化部分,为了使取样均匀,从基部切取2~3 cm厚的圆盘状笋样,4等分,分高、中2个微波强度,每一强度取同一圆盘的笋样,分别进行0(对照),10,20,30 s的不同时间处理,重复4次,测定苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性;另一组则对源于同一圆盘的各笋样进行同一微波强度下不同时间(包括0,10,20,30 s)的处理,然后低温(2~3 ℃)冷藏,每隔3 d测定一次酸性洗涤纤维(ADF)的质量分数。

1.3 测定方法

1.3.1 PAL活性测定 参考王敬文等^[3-6]的方法。各样品经液氮研磨,然后取5.000 0 g置于预冷的50 mL离心管中,加10 mL预冷的含5 mmol·L⁻¹巯基乙醇的Tris-HCL缓冲液(pH 8.0)和0.5 g左右的聚乙烯吡咯烷酮(PVP),于8 000 r·min⁻¹的低温离心机中4 ℃离心15 min,取上清酶液。酶反应液由1 mL酶液、1 mL 0.02 mol·L⁻¹L-苯丙氨酸、2 mL蒸馏水组成,对照不加L-苯丙氨酸,代之3 mL蒸馏水,将酶反应液于35 ℃恒温水浴30 min,取1 mL试剂,稀释成10 mL的溶液,用紫外分光光度计290 nm处测光密度(OD)值(间隔1 h测定1次)。

1.3.2 ADF质量分数测定 参照《现代食品分析手册》^[9]和朱顺国等^[10]使用的方法,略加修改。样品经风干粉碎后过40目筛,烘干至恒质量,准确称取1.000 0 g置于三角烧瓶中,加入100 mL酸性洗涤剂,置于水浴锅沸水浴60 min,趁热抽滤,并用沸水反复冲洗残渣,再用丙酮冲洗,最后将得到的酸性洗涤纤维转移至坩埚,于105 ℃烘干称质量。

1.3.3 笋样储藏品质和感官评价等级 A:切面色白(微波切口微熟部分颜色稍暗),新鲜,无老化; B:切面稍暗或微黄,微老化,表面潮湿; C:切面较暗或较黄,甚或干皱老化,有少量霉菌; D:切面发黏甚或变黑,有发霉现象,有异味。

2 结果与分析

2.1 微波处理时间对绿竹笋样PAL活性的影响

PAL对植物生理的影响较大,它是苯丙烷类代谢的关键酶和限速酶,苯丙烷类代谢途径能进一步转化出一些在植物生长发育过程中起着重要作用的次生代谢产物,其中包括木质素。木质素含量多寡与PAL活性密切相关。

如图1所示,无论是高火微波还是中火微波,笋样的PAL活性都是对照最大,分别达到155.4和159.4 nkat。随微波时间从10 s增加到30 s, PAL活性呈阶梯状递减,微波强度越大,时间越长, PAL活性越小。相同处理时间,

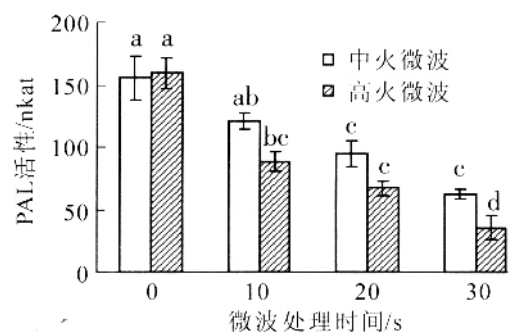


图1 微波处理的绿竹笋PAL活性变化
Figure 1 Change of PAL activity in bamboo shoots under microwave treatment

微波高火处理的 PAL 活性减小程度明显大于中火。

对经微波不同处理笋样的 PAL 活性数据进行方差分析(SSR 检验)得出: 除中火微波 10 s 外, 其他各微波处理的 PAL 活性与对照相比均达到显著($P < 0.05$)以上水平, 这说明微波处理对于降低笋中 PAL 活性效果十分明显。

2.2 微波处理笋样在冷藏过程中 ADF 质量分数的变化

ADF 中含有纤维素、木质素、硅酸盐等, 能较为准确地反映出竹笋的老化程度^[11]。如图 2 和图 3 所示, 无论是对照还是微波处理, 各笋样的 ADF 质量分数在冷藏过程中都不可避免地有所增加, 但增幅不同。其中, 对照笋样在第 3 天时 ADF 质量分数增加了 35.4%, 而经微波处理后的笋样最高增加了 31.1%(中火微波 10 s), 高火微波 30 s 的笋样 ADF 质量分数仅增加 18.8%, 显然远小于对照。

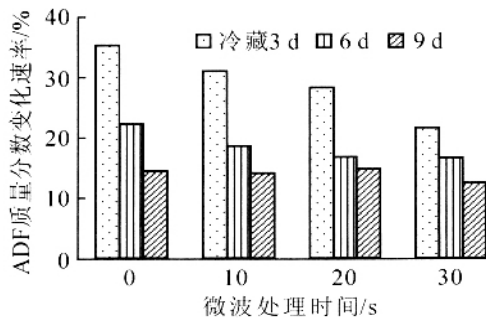


图 2 中火微波处理后 ADF 的质量分数变化

Figure 2 Change of the ADF mass fraction in bamboo shoots after middle microwave

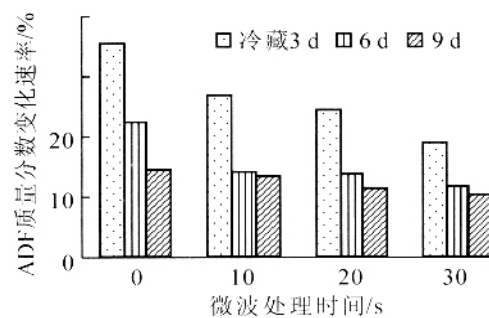


图 3 高火微波处理后 ADF 的质量分数变化

Figure 3 Change of the ADF mass fraction in bamboo shoots after high microwave

另外, 各笋样 ADF 质量分数在前 3 d 的增加幅度最大、最明显。这说明笋在前期老化速度最快, 同时, 此变化随微波处理时间的增长也呈明显的阶梯状递减, 即 ADF 质量分数增加速率随微波强度增大和时间延长而有规律地降低。从第 3 天到第 6 天的 ADF 质量分数增加速率看, 对照大于中火微波, 中火微波大于高火微波。同一微波强度下随处理时间的增加, 各处理间具有一定的递减趋势, 到第 9 天时, 各处理 ADF 质量分数的增幅差异已不十分明显。

2.3 PAL 活性与 ADF 质量分数变化速率间的相关性

对微波处理后笋样的 ADF 质量分数变化速率与 PAL 酶活性的变化情况进行比较分析发现, 无论是 ADF 质量分数的增幅还是 PAL 活性, 都是对照的值最大; 高火微波较中火微波要低, 其中高火微波 30 s 的最低, 与对照间的差异达显著水平。说明高火微波处理对于降低 PAL 活性和 ADF 质量分数的作用优于中火; 另外, 同一微波强度下, 随处理时间的增加, PAL 活性递减, ADF 质量分数的增幅也递减, 即如图 1、图 2 和图 3 所示。PAL 活性和 ADF 质量分数的变化趋势大体相同。进一步对 ADF 质量分数变化速率与 PAL 酶活性变化趋势进行相关分析(图 4), 得出其相关系数为 $r = 0.99^{**}$, 表明 PAL 活性对 ADF 成分中的木质素合成具关键性作用, 两者正相关关系达极显著水平($P < 0.01$)。

2.4 微波处理笋样的低温保存

对相应微波处理的笋样在低温储藏过程中的保鲜情况进行了感官评价。根据制定的笋样储藏品质和感官评价等级得出调查结果如表 1 所示, 可看出微波处理 0 s (对照) 的笋样低温储藏 1 d 和 2 d 后就有了异变, 经微波处理的笋样最长可保存到 6 d, 且可维持较好的品质(高火微波 20 s, 中火微波 30 s)。

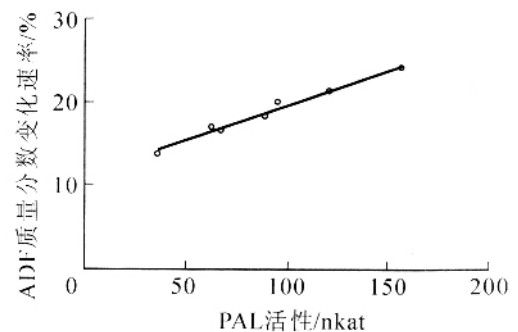


图 4 PAL 活性与 ADF 质量分数变化速率的相关性

Figure 4 Correlation between PAL activity and the variation rate of ADF mass fraction

将微波处理结合低温条件进行竹笋保鲜是一种行之有效的办法。

3 结论与讨论

微波处理的笋样 PAL 活性及低温(2 ~3)储藏过程中 ADF 质量分数的增加随处理时间的不同显现出一定的变化规律。微波处理对于降低笋体 PAL 活性效果非常明显,微波强度越大,处理时间越长,则酶活性越低。由于 PAL 活性与木质素的合成密切相关,木质纤维化是笋在储藏过程中发生老化的重要原因之一,所以绿竹笋采用微波处理既可保持笋的自然风味,又能有效抑制 PAL 活性,是控制竹笋老化的良好手段。

微波处理的笋样中 ADF 质量分数的增加,前期速度快,后期慢,随微波强度增大和时间延长而减缓,微波处理对抑制笋老化的作用显著。此前席均芳等^[12]对花哺鸡竹 *Phyllostachys glabrata* 的竹笋采后木质化相关问题进行了研究认为:采后竹笋的木质素含量呈持续上升趋势,采后前 1 d 迅速增加,后增幅平缓。吴晓丽等^[13]对毛竹 *Phyllostachys pubescens* 笋的研究显示:竹笋采后纤维素含量明显增加,尤其是采后 5 d 内的纤维化速度非常快。木质素和纤维素是竹笋 ADF 的主要成分,ADF 质量分数变化趋势与两者的变化息息相关。本实验得出的结论与他们的研究相吻合。

理论上,微波强度越大,处理时间越长,酶活性就越低,木质纤维化的程度也最小,保存效果会更好,但实际上根据实验过程中笋样储藏感官评价发现,微波强度加大,处理时间长,笋样容易熟烂,易受到霉菌等微生物的侵染。吴晓丽等^[13]及余学军等^[14]研究均认为,低温在抑制竹笋老化方面作用明显,同时也能减少或避免微生物侵染。因此,微波处理后,结合低温保存等手段,能有效减少或避免微生物侵染。另外,竹笋中上部比底部幼嫩,微波处理时往往会出现底部还未达到微波效果而中上部已熟烂的现象。为了保持竹笋的自然外观和风味品质,基于微波原理,采用铝箔纸包住笋体中上部的方法可起到良好效果。

参考文献:

- [1] 李爱军, 郭建中. 微波在软包装竹笋杀菌保鲜上的应用研究[J]. 食品工业科技, 2003, 25 (5): 73 - 74.
- [2] 贺筱蓉. 微波处理绿竹笋保鲜技术研究[J]. 保鲜与加工, 2003, 4 (2): 31 - 34.
- [3] 王敬文, 薛应龙. 植物苯丙氨酸解氨酶的研究() [J]. 植物生理学报, 1981, 7 (4): 373 - 380.
- [4] 余学军, 陈庆虎, 吴家森, 等. 保鲜处理对高节竹笋采后生理的影响[J]. 竹子研究汇刊, 2004, 23 (1): 46 - 48.
- [5] 江昌俊, 余有本. 苯丙氨酸解氨酶的研究进展 [J]. 安徽农业大学学报, 2001, 28 (4): 425 - 430.
- [6] 江力, 袁怀波, 张世杰. 山药苯丙氨酸解氨酶特性的研究[J]. 食品科学, 2006, 27 (10): 36 - 40.
- [7] 姜红林, 梁颖. 甘蓝型油菜苯丙氨酸解氨酶的分离纯化与性质研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22 (7): 282 - 286.
- [8] 张芝芬, 杨文鸽, 韩素珍. 不同储藏条件下竹笋苯丙氨酸解氨酶的活性变化[J]. 宁波大学学报: 理工版, 2000, 13 (4): 35 - 38.
- [9] 翟永信. 现代食品分析手册[M]. 北京: 北京大学出版社, 1988.
- [10] 朱顺国, 邢壮, 张微, 等. 玉米秸秆 NDF 与 ADF 含量变化规律的研究[J]. 中国奶牛, 2001 (1): 24 - 26.
- [11] 曾竞华, 庞杰, 谢建华, 等. 魔芋多糖和竹叶汁对绿竹笋保鲜效果的研究[J]. 长江蔬菜, 2001 (2): 39 - 40.
- [12] 席均芳, 罗自生, 程度, 等. 竹笋采后木质化与多酚氧化酶、过氧化物酶和苯丙氨酸解氨酶活性的关系[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37 (4): 294 - 295.
- [13] 吴晓丽, 顾小平, 苏梦云, 等. 离体毛竹笋纤维素和木质素含量及 POD 和 PAL 活性研究[J]. 林业科学研究, 2008, 21 (5): 705 - 708.
- [14] 余学军, 龚可, 章兆福, 等. 不同保鲜预处理对绿竹笋呼吸作用的影响[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24 (4): 424 - 427.

表 1 笋样低温储藏情况调查

Table 1 The research about the storage of bamboo shoots

微波强度	处理时间/s	低温储藏天数/d			
		1	3	6	9
对照	0	A	C	D	
高	10	A	A	C	D
高	20	A	A	B	D
高	30	A	B	D	
中	10	A	B	D	
中	20	A	A	C	D
中	30	A	A	B	D