

# 速冻藕带烫漂工艺研究

李余霞, 王清章, 李 洁, 严守雷

(华中农业大学 食品科技学院 湖北 武汉 430070)

**摘 要:**以藕带为原料,研究沸水烫漂和低温烫漂对藕带多酚氧化酶(PPO)、色差、质构等指标的影响。结果表明:藕带沸水烫漂的最佳时间为90 s,低温烫漂最佳条件为65℃烫漂、2.5~3.5 min;通过对藕带沸水烫漂和低温烫漂后的质地特性比较,发现沸水烫漂对藕带质地的影响较大,低温烫漂(65℃烫漂3.5 min)对藕带质构几乎没有影响,低温烫漂更适合藕带速冻前的烫漂处理。

**关键词:**藕带;烫漂;多酚氧化酶;质地;细胞结构

**中图分类号:**S 632.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)14-0158-04

藕带(*Lotus sprout*)又名藕鞭、藕梁、藕苔、藕结、莲标、藕肠子,是荷的地下茎,这种地下茎在生长前期白嫩细长,即为藕带<sup>[1]</sup>。新鲜的藕带白嫩,有很好的脆性,清脆爽口,营养丰富,但在贮藏中极易褐变和变软。藕带贮藏过程中的褐变主要由于原料组织中的多酚氧化酶催化内源性的酚类底物及酚类衍生物而发生一系列复杂的反应,使酚在酶的作用下氧化成醌,即而又快速地聚合成褐色素或黑色素<sup>[2]</sup>。

烫漂是果蔬速冻加工前预处理的关键工艺,目的是破坏果蔬的氧化酶系统,抑制其酶活性、防止因酶的氧化而产生的褐变和维生素C的进一步氧化,并能使制品保持美观的色泽<sup>[3]</sup>。如果烫漂不够,不能破坏氧化酶系统,就会导致果蔬褐变;如果热烫过度,损失就更严重,它的质地会由脆嫩变得软韧。而且热烫会使果蔬体内的营养物质流失,尤其是维生素C的损失非常严重<sup>[4-6]</sup>,Okeibuno<sup>[7]</sup>报道,尼日利亚绿叶菜经沸水热烫后,维生素C损失率高达58%,故热烫后维生素C的含量也是控制热烫程度的一个重要指标。该试验对藕带的沸水烫漂和低温烫漂工艺进行探讨并进行了比较,为果蔬的保鲜提供基础研究资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料处理

取新鲜度良好、外观完好、直径1 cm左右、粗细均匀的藕带清洗干净,切成10 cm长,在清水中浸泡,以备处理。高温烫漂是在100℃的沸水浴中进行,低温烫

漂用水浴锅控制温度。用-80℃的冰箱快速冻结30 min后立刻转入-18℃的冰箱中贮藏,贮藏30 d后制作切片观察细胞结构。

### 1.2 多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性的测定方法

**1.2.1 酶液的提取** 将热烫后的藕带,取5 g,加入适量0.2 mol/L、pH 6.5磷酸缓冲液,冰浴匀浆;在4℃、10 000 r/min离心30 min;上清液过滤转入25 mL容量瓶中,用0.2 mol/L、pH 6.5磷酸缓冲液定量至刻度,4℃保存,待测POD和PPO。

**1.2.2 POD活性的测定** 比色杯中,0.5 mL、1.5% (W/V)愈创木(溶剂为50%乙醇)+0.2 mL 0.5% (W/V) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+0.2 mL酶液+0.2 mL、0.05 mol/L pH 6.5磷酸盐缓冲液。在30℃保温3 min,在470 nm处测定吸光度变化 $\Delta A$ ,连续测定10 min,以最初直线部分的斜率计算酶活力,1个活力单位(U)定义为在测定条件下1 min引起吸光度改变0.001所需的酶量。

**1.2.3 PPO活性的测定** 比色杯中,2.8 mL、0.05 mol/L儿茶酚(用0.05 mol/L、pH 6.5磷酸盐缓冲液配制)+0.2 mL酶液。在30℃保温3 min;在420 nm测定吸光度变化 $\Delta A$ ,连续测定10 min,以 $\Delta A 0.001$ 定义为1个酶活力单位。

### 1.3 维生素C含量的测定

采用2,6-二氯酚法。

### 1.4 质构测定

质构测定采用质构仪(TA.XT.plus型),选用P/6探头,测试条件:Test mode:TPA;Pretest speed:5 mm/s;Test speed:2 mm/s;Post-speed:5 mm/s;Trigger force:5 g;Compression strain:50%。

### 1.5 光镜切片制作及观察

切片前在培养皿中盛适量清水,用刀片横切藕带,切片要薄、平而完整,用镊子轻轻将薄片移入盛培养皿的清水中,用镊子在培养皿中挑选薄而透明、完整的切

第一作者简介:李余霞(1984-),女,硕士,研究方向为果蔬保鲜。

E-mail: goahead888@yahoo.cn.

责任作者:王清章(1953-),男,教授,研究方向为果蔬加工与保鲜。

E-mail: qzwang@mail.hzau.edu.cn.

基金项目:“十一·五”国家科技支撑计划资助项目(2007BAD37B06)。

收稿日期:2011-04-11

片放在载玻片上,用滴管滴 1~2 滴 1% 番红水溶液染色,取干净盖片盖上,这样就做成了临时装片,立刻在光学显微镜下观察、拍照记录。

2 结果与分析

2.1 沸水烫漂的最适时间

将藕带在 100℃ 的沸水浴中分别烫漂 15、30、60、90、120 和 150 s,取出立即用冷水冲洗冷却,检测其质地、POD 残留率、维生素 C 损失率,以及烫漂后和烫漂经速冻后藕带的色差值,每组实验 3 次重复,取平均值。

从表 1 可看出,藕带中 POD 残留率随着烫漂时间的延长而下降,在烫漂 60 s 后酶活急剧下降,但仍保持 12.81% 的活性,在烫漂 90 s 时活性降至 4.20%,达到烫漂的要求。而维生素 C 损失率随着烫漂时间的延长而不断增大,在烫漂 120 s 后维生素 C 损失率急剧增大,达 35.08%。因此综合 POD 酶活和维生素 C 含量 2 个指标,沸水烫漂 90 s 较为适宜。

表 1 烫漂时间对藕带 POD 酶活和维生素 C 含量影响

烫漂时间/s	POD 残留率/%	VC 损失率/%
0	100.00	0.00
15	88.42	6.52
30	62.58	11.22
60	12.81	14.02
90	4.20	19.66
120	1.02	35.08
150	0.00	55.03

从图 1 还可看出,随着烫漂时间的延长藕带的硬度和脆度均呈下降趋势,而在烫漂 60 s 后藕带脆度完全丧失。从图 2 烫漂和烫漂经速冻后藕带的色差值 L 与新鲜藕带的色差值 L 相比可以看出,随着烫漂时间的延长,藕带的色泽逐渐改善,烫漂 90 s 时接近新鲜藕带的色差值,120 s 时与新鲜藕带几乎无差别,120 s 后色差值开始缓慢下降。烫漂经速冻后藕带烫漂 90 s 时的藕带颜色最佳,甚至比新鲜藕带色泽还好,而在 90 s 后色差值开始缓慢下降,120 s 后大幅下降;从图 2 还可以看出,在 90 s 之前烫漂经速冻的藕带比烫漂后的藕带色差值要高,而在 120 s 后颜色明显变差。因此,从图 2 可以得出,应选择 90~120 s 烫漂时间较为适宜。兼顾各种指标,在藕带沸水烫漂预处理工艺中,选用 90 s 烫漂时间最为适宜。

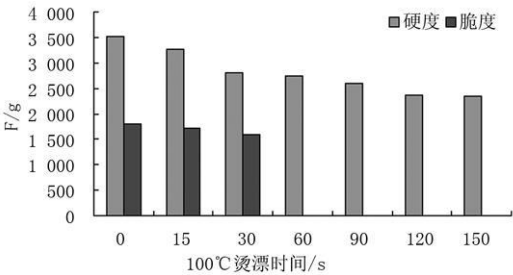


图 1 烫漂时间对藕带硬度和脆度的影响

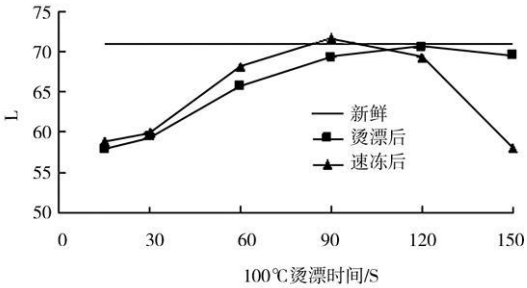


图 2 烫漂时间对藕带色差的影响

2.2 低温烫漂的最适温度与时间

将藕带在 55、65、75、85℃ 各烫漂 2、2.5、3、3.5 min,取出后立即用冷水冲洗冷却,检测其质地、PPO 酶活和速冻后藕带的色差值。

从图 3 可以看出,随着烫漂温度的升高和烫漂时间的延长,藕带的 PPO 酶活均呈下降趋势。55℃ 烫漂组的酶活残留率均在 20% 以上,显著高于 65、75、85℃ 烫漂组的酶活,完全没有达到烫漂的要求,故不选用 55℃ 烫漂。65℃ 烫漂组的酶活残留率在 2 min 时为 12.28%,在 3.5 min 即降为 5.22%,基本满足了烫漂的要求。75℃ 和 85℃ 烫漂组的 PPO 活性均保持在 5% 以下,也可以满足烫漂要求。

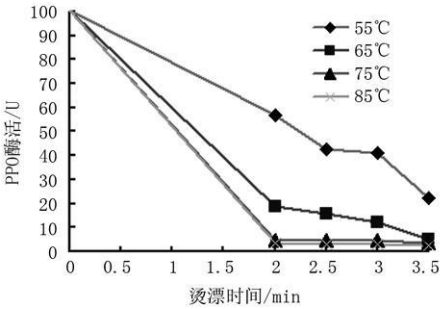


图 3 烫漂温度和时间对藕带 PPO 酶活的影响

从图 4 可看出,55℃ 烫漂组的藕带色差值显著低于其它组,与图 3 中 55℃ 烫漂组的酶活残留率均较高一致。65℃、2 min 处理的藕带色差值也较低,未达到商品要求。其它各组色差值均接近新鲜藕带,甚至比新鲜藕带颜色更好。值得注意的是,由图 3 中 65℃、2.5 min 处理组酶活残留率仍保持 15.75%,但是图 4 中却显示其颜色接近新鲜藕带,由此看出,在烫漂过程

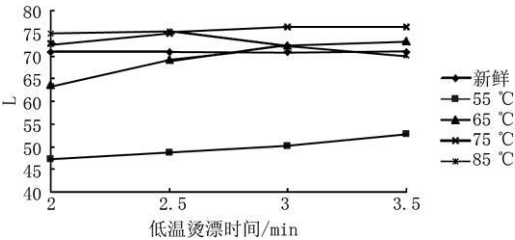


图 4 烫漂给速冻后的藕带解冻后色差值

中未必需要将 PPO 酶全部灭活, 全部灭活往往造成烫漂过度。该试验中藕带在保持酶活 15.75% 的情况下依然保持原有色泽, 可能是因为速冻的藕带在低温环境下可以抑制酶的活性, 从而抑制褐变。

从图 5 可看出, 随着烫漂温度的升高和烫漂时间的延长, 藕带的硬度和脆度均呈下降趋势, 尤其值得关注的是藕带的脆度, 因为藕带的脆性是藕带很重要的一个商品价值, 如果失去了脆性, 也就失去了商品价值。当烫漂温度高于 75℃ 和 85℃ 烫漂组的藕带均失去了脆性, 故不选择 75℃ 和 85℃ 烫漂。

综合藕带 PPO 酶活、速冻后的色差值及烫漂后的质构 3 个指标, 藕带低温烫漂应选用 65℃ 烫漂 2.5 ~ 3.5 min 为宜。

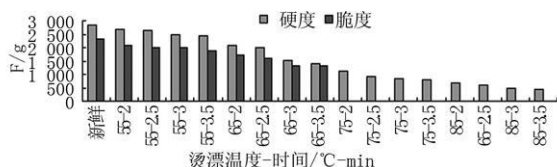


图 5 烫漂温度和时间对藕带硬度和脆度的影响

## 2.3 烫漂对藕带质地特性的影响

选用沸水烫漂的最佳工艺 100℃、1.5 min 和低温烫漂的最佳工艺 65℃、3.5 min, 2 种烫漂工艺处理藕带, 比较高温烫漂和低温烫漂对藕带质构和细胞结构的影响。

2.3.1 硬度和脆度 从图 6 可看出, 高温烫漂后藕带的质地特性大幅度地降低, 其中硬度显著降低, 脆度完

全丧失; 低温烫漂对藕带的质地影响不大, 硬度和脆度稍有降低。

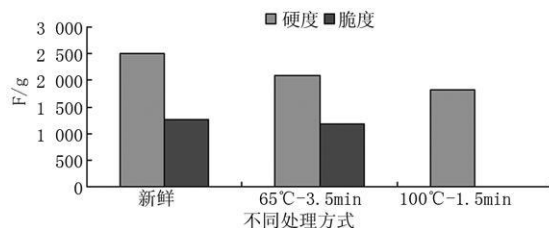


图 6 不同烫漂处理对藕带硬度和脆度的影响

2.3.2 烫漂对藕带组织结构的影响 从新鲜藕带组织结构的光镜照片(图 7-A)可以看出, 新鲜藕带细胞结构完整, 细胞排列层次分明, 细胞形状近圆形, 细胞壁较为平滑, 细胞间隙较小。藕带经 100℃ 沸水浴烫漂 1.5 min 后的组织结构(图 7-B)可以发现, 烫漂后藕带的细胞结构基本完整, 但还有部分细胞有细胞壁破损或者皱缩现象, 藕带表现表现为体积缩小, 组织发软。藕带经 65℃ 烫漂 3.5 min 后的组织结构的光镜照片(图 7-C)可看出, 藕带细胞结构完整, 与新鲜藕带细胞结构无区别。果蔬质地的变化主要是由于果蔬细胞变形、破裂和分离造成的。高温烫漂容易造成细胞膜破裂、细胞膨压丧失<sup>[8]</sup>, 细胞壁收缩<sup>[8-9]</sup>; 同时, 由于高分子量果胶聚糖的溶解性增大<sup>[10]</sup>, 粘合细胞的果胶物质发生β-消除性降解(β-eliminative degradation), 使细胞间的结合力降低, 细胞分离, 造成果蔬质地软化<sup>[11]</sup>。另外, 高温烫漂处理还使果胶甲酯酶(PE)的活性发生

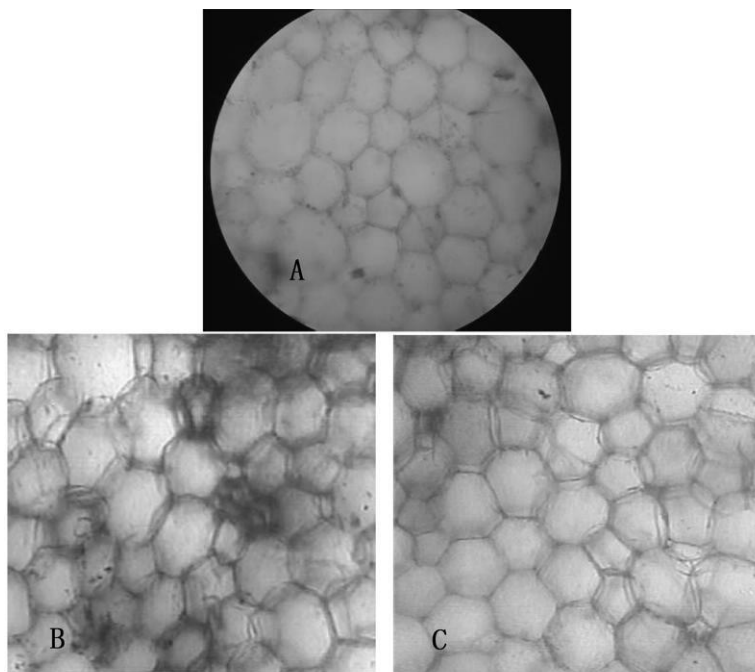


图 7 烫漂对藕带细胞结构的影响

注: A. 新鲜时的切片(×40) B. 沸水烫漂后的切片(×40) C. 65℃3.5min 烫漂后的切片(×40)。

钝化,抑制了果胶甲酯酶对果胶的分解作用,使果胶中甲醇含量降低,自由羧基大量减少,从而抑制了与钙、镁等金属离子的交联作用,不能形成保持果蔬硬度的组织结构<sup>[12]</sup>。与传统高温烫漂处理相比,低温烫漂对果蔬细胞组织结构的影响很小。显微结构观察到,经低温烫漂后的藕带基本保持了细胞的形状和完整性;低温烫漂还使钙离子与果胶聚糖连结的聚合物的热稳定性增加了<sup>[19]</sup>,因而保持了加工果蔬的硬度和脆度<sup>[11]</sup>,但是如果温度过低不但不能改善果蔬质地,反而容易激活多酚氧化酶和过氧化物酶,引起果蔬褐变。所以选择适宜的烫漂温度和时间至关重要,适宜的烫漂处理不仅能破坏酶的活性,改善果蔬的质构,而且有利于维持速冻果蔬在冻藏期内的品质。

3 结论

沸水烫漂的最佳时间为 1.5 min,此时 POD 酶活残留率在 5%以下,藕带可以保持良好的色泽,而且此时维生素 C 损失率也相对较低。

低温烫漂最佳温度和时间为 65℃烫漂 2.5~3.5 min,此时藕带可以保持良好的色泽和质地。55℃烫漂温度过低,灭酶效果不好,达不到烫漂要求,而 75、85℃温度较高,会使藕带失去脆性。PPO 并不一定要完全钝化,PPO 残留率在 15%左右仍能保持藕带原有色泽,完全钝化则会造成烫漂过度,导致质地特性变差。

试验通过对藕带沸水烫漂和低温烫漂后的质地特性比较,发现沸水烫漂会导致藕带组织变软,失去脆性,对藕带质地的影响较大,而低温烫漂(65℃烫漂 3.5 min)对藕带的质构和色泽几乎没有影响,更适合藕带速冻前的烫漂处理。

参考文献

[ 1 ] 刘玉蝶,张长峰,高梦祥,等.藕鞭褐变与软化的控制及其机理的研究[ J ].食品科技,2007(5):95-98.  
[ 2 ] 李洁,王清章.莲藕中的酶促褐变及其控制[ J ].山西食品工业,2000(2):10-12.  
[ 3 ] 倪德秀,杨尔宁,胡嘉荣,等.几种果蔬经沸水烫漂后酶活性和质地变化[ J ].华中农业大学学报,1991(2):211-215.  
[ 4 ] Abe J, Takeda Y, Hizukuri S, et al. Isolation and characterization of 6- $\alpha$ -D-glucosylcyclomaltoheptaose[ J ]. Carbohydrate Research, 1984 131: 175-179.  
[ 5 ] Furuta T, Yoshii H, Kobayashi T, et al. Powders encapsulation of d-limonene by kneading with mixed powders of  $\beta$ -cyclodextrin and maltodextrin at low water content[ J ]. Biosci Biotech Biochem, 1994, 58: 847-850.  
[ 6 ] Kevin B H, Rebecca M H, Cindy B S T, et al. Inhibition of enzymatic browning in fresh fruit and vegetable juices by soluble and insoluble forms of  $\beta$ -cyclodextrin alone or in combination with phosphates[ J ]. J Agric Food Chem, 1996, 44: 2591-2594.  
[ 7 ] O keibuno B. Effect of long term storage of processed Nigerian grown edible leafy vegetables on vitamin C content[ J ]. J Agric Food Chem 1991, 39: 538-540.  
[ 8 ] Sebok A, Bontovics P, Bleszkan M. A kinetical approach of texture changes of vegetables during blanching[ J ]. Acta Alimentaria, 1999 28 (3):279-290.  
[ 9 ] Bontovics P, Sebok A. Studies of the potato microstructure during blanching[ J ]. Acta Alimentaria, 1999, 28(3):269-278.  
[ 10 ] Ng A, Waldron K W. Effect of cooking and precooking on cell-wall chemistry in relation to firmness of carrot tissues[ J ]. Sd. Food Agric, 1997, 73: 503-512.  
[ 11 ] 韩涛,李丽萍,艾启俊.烫漂对蔬菜果实质地的影响及低温烫漂作用的机理[ J ].食品工业科技,2003(2):89-92.  
[ 12 ] 潘丽军,马道荣,韩振宇.烫漂及硬化处理对藕带品质影响及机理研究[ J ].食品科学,2008(7):130-132

Blanching Process for Quick-frozen Lotus sprout

LI Yu-xia WANG Qing-zhang LI Jie, YAN Shou-lei

(College of Food Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070)

**Abstract:** The effect of blanching method and the two important factors, i. e, the temperature and the time of scalding, on hardness and brittleness, colour (L\*), polyphenol oxidase (PPO) and other attributes of Lotus sprout were researched. The proper technology of pre-treatment for freeze Lotus sprout was obtained. The results showed that the best scalding time by boiling water was 90 s, the best conditions of low-temperature blanching was at 65℃ for 3.5 min; In comparison the texture properties between high-temperature (100℃, 1.5 min) and low-temperature (65℃, 3.5 min) blanching, it was found that boiling water blanching had a very bad effect on the texture of Lotus sprout, low-temperature blanching (65℃, 3.5 min) showed little influence on the texture of Lotus sprout, low-temperature blanching was a better pretreatment for pre-frozen Lotus sprout.

**Key words:** Lotus sprout; blanching; polyphenol oxidase; texture; cell structure