

文章编号:1673-1689(2009)01-0038-06

速冻毛豆漂烫工艺

许韩山¹, 张懋^{*1}, 孙金才²

(1. 食品科学与技术国家重点实验室 江南大学, 江苏 无锡 214122; 2. 浙江海通食品有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 研究了毛豆的不同漂烫工艺, 试找出最佳漂烫方式, 通过对过氧化物酶失活率、蛋白质、抗坏血酸、叶绿素含量的变化及感官评定等来衡量微波处理、声热处理和热水漂烫对毛豆品质的影响。试验结果表明, 声热处理 1 min 能有效地钝化过氧化物酶, 减少蛋白质、抗坏血酸和叶绿素的损失, 同时提高了毛豆的感官品质。

关键词: 漂烫; 毛豆; 声热处理; 微波; 热

中图分类号: TS 255

文献标识码: A

Blanch Treatment Technology of Vegetable before Quick Freezing

XU Han-shan¹, ZHANG Min^{*1}, SUN Jin-cai²

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Haitong Food Company, Cixi 315300, China)

Abstract: The objective of this manuscript was to search a structured blanching approach to apply in quick-frozen green soy bean. The content of protein, ascorbic acid and total chlorophyll was determined after treated by microwaves, thermosonication and heat. Among of them, 1 min thermosonication treatment could efficiently reduced the POD activity, significant decreased the lost of protein, ascorbic acid and total chlorophyll.

Key words: blanching, damane, thermosonication, microwaves, heat

新鲜的蔬菜一般不宜直接冻藏, 速冻过程并不能杀灭原料中的微生物及钝化内源酶, 各种酶作用会使果蔬在冻藏过程中品质变劣, 严重影响果蔬的风味、色泽和营养价值, 降低可食用性。速冻前漂烫处理不仅能起到灭酶的效果, 且能减少果蔬表面微生物的总数, 排除组织中的空气, 防止氧化作用, 降低果蔬中的硝酸盐及软化组织等。烫漂处理有

利于保持速冻产品品质的稳定性^[1-4]。

传统的漂烫工艺虽然能使酶钝化, 但由于时间过长, 在热烫过程中, 铁、镁、锌等微量元素和 VC 由于溶于水而损失^[3]。随着热烫时间延长, 微量元素和 VC 的损失量增加, 保存率越低。为了保持果蔬中的营养物质以及最大限度地维持果实的色、香、味等品质, 微波漂烫、欧姆漂烫、声热处理(超声波

收稿日期: 2007-07-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(No. 20776062)。

* 通讯作者: 张懋(1962-), 男, 浙江平湖人, 工学博士, 教授, 博士生导师, 主要从事农产品贮藏加工方面的研究。

Email: min@jiangnan.edu.cn

协同热漂烫)^[4-5]、压热声处理(超声波、超高压协同热漂烫)等新型的漂烫工艺不断得到应用。

主要研究热水漂烫、微波处理和声热处理。旨在探索毛豆最佳杀青处理条件,为提高速冻毛豆产品质量提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

毛豆:购于无锡市雪浪农贸市场;试验所用其它分析试剂均为分析纯。

1.2 仪器和设备

JY98-3D 超声波细胞破碎仪;宁波新芝公司产品;TDL-60B 台式离心机;上海安亭科学仪器厂产品;HH-4 型数显恒温水浴锅;江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司生产;721 紫外可见分光光度计;上海精密科学仪器有限公司产品;Φ1mm 铠式热电偶;宁波奥琪自动化仪表设备有限公司产品;温度数字记录仪;浙江联泰仪表有限公司生产;实验室常规玻璃仪器等。

1.3 实验方法

1.3.1 热水漂烫 将新鲜原料,放入蒸馏水中漂烫,置于水浴锅中,漂烫温度 95 ℃。每组实验重复 3 次。

1.3.2 微波处理 将新鲜原料,放入微波炉中,料层厚度为 1~2 cm,加 10 mL 蒸馏水防止毛豆在微波场中焦化 and 脱水,且增大湿度利于灭菌和钝化酶。在设定的时间和功率下进行微波处理^[6]。微波输出功率 700 W。微波处理是对物料内外同时加热处理,所以升温快,灭酶时间短。每组实验重复 3 次。

1.3.3 声热处理 在绝热的反应容器中,放入蒸馏水中,温度控制在 80 ℃,25 kHz 的超声波探头离物料距离 30~45 mm,功率为(800±20) W 下处理样品。其中超声波作用时间 5 s,超声波间歇时间 5 s,超声波全程时间为这两部分时间之和。在每组实验中温度由热电偶控制。每组实验重复 3 次。

通过上述处理(表 1)后,立即将毛豆在冰水中冷却,使毛豆中心温度下降至 10 ℃。用普通温度计和热电偶控制温度。

1.4 检测方法

1.4.1 酶的提取 取 10 g 原料,在预先冷却后的研钵内加 10 mL 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液,pH 值 7.0,用少量石英砂,在冰浴中研磨 10 min,浸泡 30 min;然后加 40 mL 的 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液,pH 值为 7.0,将过氧化物酶溶出,用 4 层纱布过滤。

在滤液中加入 0.5 g 活性炭脱色,用双层纱布过滤,再用滤纸过滤。滤液保存于 4 ℃ 冰箱中备用^[8]。

表 1 毛豆漂烫处理方式与时间

Tab. 1 Different blanching approaches and time for green soybean

前处理方式	处理水平				
	时间/s	1	2	3	4
热水漂烫	30	60	90	120	150
微波处理	20	40	60	80	100
声热处理	30	60	90	120	150

1.4.2 POD 活性 原料 POD 的活性是通过测定提取液在 430 nm 处吸光度变化。所有 POD 的活性都是检测 3 mL 反应混合液的活性,其中混合液包括 2.6 mL 0.05 mol/L 的磷酸钠缓冲液(pH 为 7.0)和 0.1 mL 制备的酶液,用 721 型紫外可见分光光度计进行测量。酶活性的单位以每 g 毛豆每分钟 0.001 吸光度的变化来表示,即一个酶活力单位=1×10⁻³ OD/(min·g)^[8]。

$$POD = \frac{n}{0.001 \times m_w} \times \frac{dA}{dt} \quad (1)$$

式中: n 为稀释倍数; m_w 为样品鲜重(g)。

1.4.3 蛋白质的测定 蛋白质浓度的测定以双缩脲反应方法进行,以牛血清蛋白为标准蛋白,做标准曲线;取漂烫过的原料用研钵研碎,取粉碎过后的原料 1 g 左右,置于 25 mL 的比色管中加 1 mL 四氯化碳,用碱性硫酸铜定容至 25 mL,摇 10 min,放置 1 h 后,在 4 000 r/min 离心 5 min,将上清液倒入试管。测定其在 560 nm 处的吸光度值 OD^[8]。

1.4.4 维生素 C 含量的测定(2,6-二氯酚酚滴定法) 称 30 g 左右的样品加 150 mL 2% 草酸溶液,组织捣碎机中匀浆,转速为 10 000 r/min,工作 30 s。倒入 100 mL 容量瓶中,用 1% 草酸溶液定容到刻度。加白陶土脱色,过滤上述样液,弃去最初 10~15 mL 滤液,立即用移液管准确吸取 10 mL 滤液于 50 mL 锥形瓶中,以标定过的 2,6-二氯酚酚溶液滴定至溶液呈粉红色并在 15 s 内不褪色为终点^[9]。

$$m_x = \frac{(V - V_0)m_T}{W} \times 100 \quad (2)$$

式中: m_x 为每 100 g 样品中抗坏血酸的质量(mg); m_T 为 1 mL 染料溶液相当于抗坏血酸标准溶液的质量(mg); V 为滴定样液时消耗染料溶液的体积(mL); V_0 为滴定空白时消耗染料溶液的体积(mL); W 为滴定时所取的滤液中含样品的质量(g)。

1.4.5 叶绿素含量的测定 采用分光光度法。称取样品 1 g 左右,放入研钵中,加 2 mL 体积分数 80% 丙酮和少量 CaCO_3 、石英砂进行研磨,直到组织中绿色完全被提取出来后,再用 80% 丙酮冲洗并定容至 25 mL,摇匀,静置,待 CaCO_3 沉淀变白后过滤,滤液分别在 652 nm 处测吸光度值 OD,以体积分数 80% 丙酮为对照^[10]。总叶绿素含量以公式(3)计算:(单位为:mg/hg)

$$m_y = \frac{OD_{652} \times V_D}{34.5m_w} \times 100 \quad (3)$$

式中: m_y 为每 100 g 样品中叶绿素质量(mg); V_D 为提取液体积(mL); m_w 为滴定时所取的滤液中含样品的质量(g)。

1.4.6 感官评定 由 10 名评价员组成感官评价小组,评价漂烫后毛豆的色泽、质感、气味。按 10 分制计,详见表 2。每个样取 10 个人所打分值的平均值^[11]。

表 2 对毛豆的感官评定的分值表
Tab. 2 The value of evaluation for edmane

毛豆漂烫后的色泽、质感、 气味感官评述	评分值
绿+,色泽好,粒完整,质构较硬,豆腥味---	8~10
绿+,色泽较好,豆瓣部分开裂,质构微软,豆腥味--	5~7
绿+,色泽不好,豆瓣开裂厉害,质构软,豆腥味-	1~4

注:“+”表示程度加强,且随着“+”的增加逐渐增强。“-”表示程度减轻。

1.4.7 综合评价 对漂烫工艺的综合评价主要针对产品的品质,因此综合评价指标取为在 POD 残余活力在 5% 以下,感官评定,VC、叶绿素及蛋白质含量、低成本值(固定资产投入、运行成本等)5 个指标的综合评价。

由 10 名相关专家采用主观赋权法(德尔非法)确定 5 个指标的权数。5 个评价值的权重系数 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 、 λ_5 分别为 0.3、0.2、0.15、0.1、0.25。 $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1$,即为感官评定第 1 位,低成本值为第 2 位,VC 为第 3 位,叶绿素为第 4 位,蛋白质含量为第五位。其中低成本值采用 10 分制,由上述专家打分。按各个指标的权重系数与各个指标试验测试值的隶属函数值 $\left(\frac{Y_i - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}\right)$ 乘积之和为最终的综合评价^[12]。

2 结果与讨论

2.1 不同的漂烫方式对 POD 活性的影响

由于过氧化物酶的耐热性比其他酶强,因此一般都是以过氧化物酶残余活力控制漂烫程度。新鲜毛豆的酶活力为 5 020 U/g,通过不同的漂烫方式,毛豆 POD 酶活力如下图 1 变化。

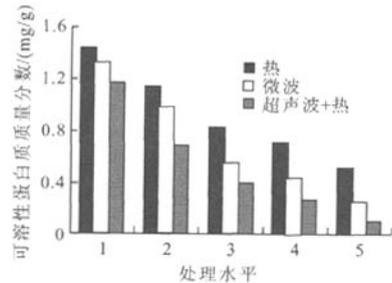


图 1 不同漂烫方式对毛豆 POD 活性的影响

Fig. 1 Effect of POD residual activity of green soybean after different blanching approaches

由图 1 得出微波处理和声热处理在短时间内过氧化物酶活力既能降至 5% 以下活性。在沸水漂烫第四处理水平(120 s)、微波处理第 3 处理水平(60 s)和声热处理第 2 处理水平(60 s)下,POD 活力分别为 242、238、166 U/g。分别为原 POD 活力的 4.82%、4.74%、3.5%。上述 3 种漂烫工艺短时已达到对 POD 的钝化。

在实验条件下微波漂烫时间最短,利用微波能的热效应与生物效应,破坏酶的空间结构,使酶失活,并杀死大部分微生物。但发现微波炉内微波场分布不均匀,影响灭酶均匀性及杀菌效果,并会使原料产生部分焦化。声热处理钝化 POD 酶活效果较好,且灭酶均匀。

沸水漂烫即高温短时漂烫在冷却后易出现 POD 酶活力再生现象^[13-14],声热处理使过氧化物酶部分失活后的保藏中酶活力再生程度较前者概率低,高强度低频率超声波的空穴效应对酶的活性中心剪切,以及超声波作用过程中产生 O_2^- 等自由基氧化酶的活性中心,使酶在较高温下活性中心热敏性提高,从而 POD 酶的活性失活速率较传统热水漂烫快,灭酶时间短。但采用单一超声波作用,灭酶的时间很长。

2.2 不同的漂烫方式对粗蛋白含量的影响

适当的漂烫工艺是尽可能有利于产品的品质,减少营养物质的损失。在漂烫过程中部分结合形

式蛋白质变成可溶性蛋白质流失在水溶液中。图 2 反映在不同的漂烫工艺下蛋白质含量随着处理时间的变化关系曲线。

从图 2 可以明显看出蛋白质含量在漂烫中损失,其中常规的热水漂烫蛋白质损失量最大。在沸水漂烫第 5 处理水平(120 s)下可溶性蛋白质的保留率仅为 44.9%,而微波处理第 3 处理水平(60 s)和声热处理第 2 处理水平(60 s),在漂烫的终点时蛋白质含量的保留率分别为 70.7%、62.4%。

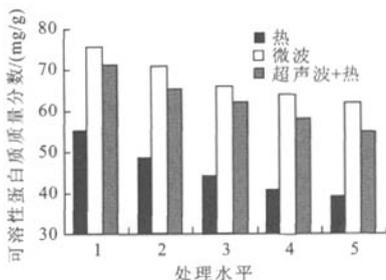


图 2 在不同漂烫方式蛋白质含量的变化

Fig. 2 Effect of protein content of green soybean after different blanching approaches

2.3 不同的漂烫方式对毛豆 VC 的影响

漂烫中 VC 的损失主要是由于氧化和液相浸出(沥滤),而高温则是又一个重要的影响因素。漂烫能使 VC 由于沥滤而造成很大的损失。这 3 种处理方式都是处在水溶液中,因为水溶液中湿度加大,且漂烫处理时毛豆的温度均一。

在各种不同的漂烫方式处理下,随着处理时间的延长,VC 的含量均呈现下降趋势。但微波处理和声热处理下原料 VC 保留率明显高于常规的热水漂烫。

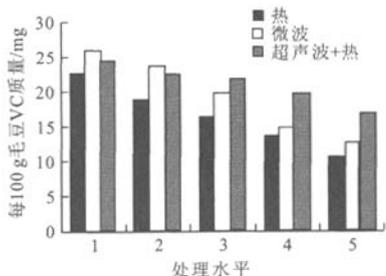


图 3 不同漂烫方式下 VC 含量的变化

Fig. 3 Effect of vitamin C content of green soybean after different blanching approaches

如图 3 所示,短时间声热处理和热水漂烫处理毛豆的 VC 含量的保留率低于微波漂烫处理的,主要是由于这两种漂烫方式处理下,毛豆受高温的影响较微波处理强,因为微波属于内外同时均匀升

温,在微波处理的 1、2 处理水平下水温大概在 40~50 °C,还处在低温状态下。在微波处理的 3、4、5 号处理水平下,毛豆 VC 的保留率下降的速率大,其原因可能是随着加热时间的延长,水温大概在 80~90 °C,毛豆温度内外同时升温;受高温的影响,毛豆中的 VC 含量保留率下降。根据 POD 酶指示漂烫终点,在声热处理第 2 处理水平、微波漂烫第 3 处理水平、热水漂烫第 4 处理水平的毛豆 VC 质量分别为每 100 g 毛豆 22.3 mg、19.8 mg、13.5 mg。

2.4 不同的漂烫方式对叶绿素含量的影响

果蔬颜色也能从另一个方面反应漂烫程度,其中绿色果蔬的颜色主要是由叶绿素含量决定。其结构变化决定了果蔬的色泽,如叶绿素受热生成脱镁叶绿素,呈暗绿色至绿褐色,造成毛豆褐变。在声热处理下,由于超声波可使细胞膜通透性增强,叶绿素易外渗。叶绿素随时间的延长其含量下降速率声热处理最大。从图 4 得出,在漂烫终点时即微波处理第 3 处理水平(60 s)、声热处理第 2 处理水平(60 s)和沸水漂烫第 4 处理水平(120 s),经微波处理毛豆叶绿素的保留率最高;其次声热处理;叶绿素保留率最低的是常规热水漂烫。在微波处理第 3 处理水平(60 s)、声热处理第 2 处理水平(60 s)和沸水漂烫第 5 处理水平(120 s)下,毛豆叶绿素保留率分别为 79.4%、72.8%、51.1%。这主要是声热处理和微波处理时间短于热水漂烫。

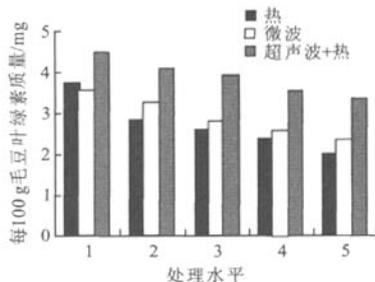


图 4 不同漂烫方式下叶绿素含量的变化

Fig. 4 Effect of chlorophyll content of green soybean after different blanching approaches

2.5 不同的漂烫方式对毛豆感官品质的影响

漂烫是速冻工艺前最重要的前处理。漂烫要适当,一方面漂烫过度,造成营养物质的大量损失,质构过软等。另一方面漂烫不足,起不到钝化酶的效果,表面菌数不达标,不利于后期速冻产品的货架期。3 种漂烫方式随着作用时间延长,毛豆组织都有不同程度的变软,处理时间越长营养物质受损越严重、质地越软,煮熟味越重。感官评定的结果见表 3。

表3 不同漂烫处理的毛豆感官评定结果表

Tab. 3 The sensory evaluation assessment of green soybean after different blanching approaches

处理	试验号	感官描述	分值
热水漂烫	1	绿+、豆腥味、粒完整	4
	2	绿++、豆腥味-、粒完整、质构微软	5
	3	绿+++、豆腥味--、质构微软	7
	4	绿+、豆腥味---、蒸煮味+、质构较软	6
	5	绿+、豆腥味----、蒸煮味++、豆瓣开裂、质构较软	5
微波漂烫	1	绿+、豆腥味、粒完整	4
	2	绿++、豆腥味-、粒完整、质构硬	5
	3	绿+++、豆腥味--、质构微软	7
	4	绿+、豆腥味--质构微软	5
	5	绿、质构较软、豆腥味---豆瓣部分开裂	4
声热处理	1	绿+、豆腥味、粒完整	6
	2	绿++、豆腥味--、质构微软	8
	3	绿+++、豆腥味---、质构微软	7
	4	绿+、豆腥味----、质构较软	5
	5	绿、豆瓣部分开裂、豆腥味----、质构较软	4

2.6 综合评价各种漂烫方式

据报道,速冻果蔬中过氧化物酶的残余酶活降低到5%以下时才能获得良好的品质。因此,根据上述实验的结果粗略的定义,在POD残余活力5%以下为漂烫终点,分别为热水漂烫第5处理水平(120 s)、微波处理第3处理水平(60 s)和声热处理第2处理水平(60 s)。表4及图5显示,声热处理的综合评价值最高,其次是微波处理,再次是热水漂烫。

表4 不同漂烫方式的综合评定值表

Tab. 4 The comprehensive evaluation assessment of different blanching approaches

实验方法	Y ₁ (感官 指标)	Y ₂ (VC) mg	Y ₃ (叶绿素) mg	Y ₄ (蛋白质 质量)/mg	Y ₅ (低成 本值)	综合 评定 值
热水漂烫	6	13.5	2.376	40.45	9	0.25
微波处理	7	23.8	4.07	70.54	6	0.687
声热处理	8	24.4	3.6	71.13	4	0.708

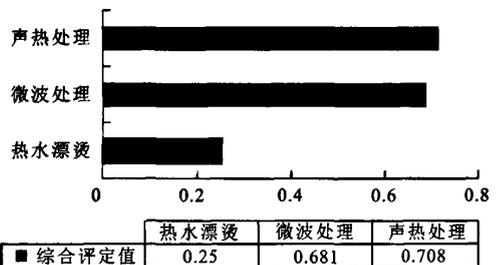


图5 不同漂烫方式综合比较

Fig. 5 The comprehensive evaluation assessment of different blanching approaches

3 结语

各种漂烫处理均能有效地钝化过氧化物酶,但是声热处理能在较短的时间内达到钝化酶的目的,且POD酶再生现象出现概率低,且营养物质的保留率较传统的热烫处理高。微波处理,发现不同微波炉内微波场分布不均匀,影响灭酶均匀性,并会使原料产生部分焦化。

综合上述实验的指标考查结果得出,采用声热化物酶处理能有效提高毛豆的感官品质,又足以钝化过氧

参考文献(References):

- [1] Maurizio Bevilacqua, Antonio D'Amore. A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system[J]. *Journal of Food Engineering*, 2004, 63: 253-263.
- [2] Sonia Z Vina, Daniela F Olivera, Claudio M Marani, et al. Quality of (Brassica oleracea L. gemmifera DC) as affected by blanching method[J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 80: 218-225.
- [3] Lopez M A A, Rojas R M, Cosano G I, et al. Nutritional changes in the essential trace elements content of asparagus during industrial processing [J]. *Food Research International*, 1999, 32 (7): 479-486.
- [4] Rui M S Cruz, Margarida C Vieira, Cristina L M Silva. Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (Nasturtium officinale) [J]. *Journal of Food Engineering*, 2006, 72: 8-15.
- [5] Rui M S Cruz, Margarida C Vieira, Cristina L M Silva. Modeling kinetics of watercress (Nasturtium officinale) color changes due to heat and thermosonication treatments[J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2007(8): 244-252.
- [6] 刘勇, 马海乐, 黎海珍. 小麦胚微波灭酶研究[J]. *粮油食品科技*, 2005, 13(3): 19-21.
LIU Yong, MA Hai-le, LI Hai-zhen. Study on deactivation of lipoxygenase in wheat germ by microwave[J]. *Grain Oil and Food Science and Technology*, 2005, 13(3): 19-21. (in Chinese).
- [7] Gennaro L De, Cavella S, Romano R, et al. The use of ultrasound in food technology I: inactivation of peroxidase by thermosonication[J]. *Journal of Food Engineering*, 1999, 39: 401-407.
- [8] 王璋. 食品酶学试验讲义[M]. 无锡: 无锡轻工大学, 2000.
- [9] 大连轻工学院. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2002.
- [10] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1989.
- [11] 吴有炜. 试验设计与数据处理[M]. 苏州: 苏州大学出版社, 2002.
- [12] 刘魁英. 食品研究与数据分析[M]. 中国轻工业出版社, 1999, 6(2): 41-47.
- [13] 王璋. 食品酶学[M]. 无锡: 无锡轻工大学, 2000.
- [14] 周运华, 张慧. 蒲菜热烫的工艺条件[J]. 无锡轻工大学学报(食品与生物技术学报), 2004, 23(6): 90-95.
ZHOU Yan-hua, ZHANG Min. The study of heat-treatment condition of typha latifolia L[J]. *Journal of Wuxi University of light Industry (Journal of Food Science Biotechnology)*, 2004, 23(6): 90-95. (in Chinese)

(责任编辑: 杨萌)