

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2014.10.036

不同漂烫方式结合 CaCl_2 预处理对哈密瓜品质的影响^{*}

温馨¹ 胡锐² 赵金红¹ 彭郁¹ 孟歆昕¹ 倪元颖¹

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 北京市西城区食品药品监督管理局, 北京 100033)

摘要: 采用热水(温度 80、90 和 100℃;时间 0.5 ~ 4 min)、100℃ 蒸气(时间 0.5 ~ 4 min)和高压(压强 100、200 和 300 MPa;时间 1 ~ 9 min)3 种处理方式,研究了不同漂烫方式和条件对哈密瓜品质的影响。在最佳漂烫工艺的基础上,研究了不同质量分数 CaCl_2 溶液对哈密瓜块硬度保持效果的影响。研究结果表明:100℃ 蒸气漂烫能在钝化多酚氧化酶(PPO)和过氧化物酶(POD)活性基础上,较好地保持哈密瓜的硬度和维生素 C 含量。因此,选择漂烫条件为 100℃ 蒸气、漂烫时间 1 min,在此条件下 PPO 和 POD 残余活性分别为 55.5% 和 46.0%,硬度为新鲜样品硬度的 80%,维生素 C 仅损失 13%。在此基础上,哈密瓜块经质量分数为 1.0% CaCl_2 溶液处理,硬度保持效果最好,硬度和维生素 C 含量较对照组分别提高 7.6% 和 6.8%。

关键词: 哈密瓜 漂烫 硬度 品质

中图分类号: TS255.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)10-0231-07

引言

哈密瓜(*Cucumis melo var. saccharinus*)的口感和风味深受消费者喜爱,近年来在新疆的种植规模不断扩大,但每年上市季节,大量哈密瓜滞销,既对当地种植户造成经济损失,也极大地限制了哈密瓜产业的发展,因此急需探索适宜的哈密瓜加工方式来增加产业效益^[1-2]。采用低温速冻处理哈密瓜,既可以较好地保持哈密瓜原有的风味、口感和营养成分,又可以将速冻哈密瓜产品作为我国特色水果出口,避免资源浪费。

漂烫作为果蔬低温速冻最重要的前处理之一,可以避免果蔬在加工、贮藏过程中,因氧化酶的存在而引起的一系列不良反应,且能杀灭有害微生物和改善哈密瓜质构,从而保证果蔬品质。漂烫方法是否适当会影响到果蔬的外观和质地,同时漂烫是否适度也会影响到果蔬速冻后的品质^[3]。传统的漂烫方式主要包括热水漂烫和蒸气漂烫。超高压作为一种纯物理冷加工技术,可通过高压的挤压作用及卸压时的膨胀作用,杀灭微生物、钝化酶活,达到保持食品品质、延长贮藏期的目的^[4],因此有研究表明超高压可成为漂烫的代替工艺^[5-6]。

国内外学者对不同种类果蔬的最适漂烫方法与条件作了大量研究^[7-10]。目前,仅有少量文献报道

采用热水漂烫处理哈密瓜^[11-12],高压处理也仅限于哈密瓜汁^[13],对蒸气漂烫与高压处理哈密瓜还未见报道。本文比较热水漂烫、蒸气漂烫以及高压处理对哈密瓜中多酚氧化酶(PPO)活性、过氧化物酶(POD)活性、硬度及维生素 C 含量等的影响,并在此基础上通过添加 CaCl_2 达到增加哈密瓜硬度的目的,以期能够为哈密瓜的漂烫保鲜方法和哈密瓜的速冻前处理加工方法提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料与试剂

新疆哈密瓜:购自北京菜市场,挑选新鲜、无虫害、成熟度一致、无机械损伤的哈密瓜备用,品种为八六王。

试验试剂:磷酸氢一钠、磷酸氢二钠、邻苯二酚、抗坏血酸、2,6-二氯酚钠、二水合草酸、愈创木酚、质量分数为 30% 过氧化氢、聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)。以上试剂均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司)。

1.2 试验仪器与设备

T6 型新世纪紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司),TMS-Pro 型物性分析仪(美国 Food Technology Corporation 公司),Sartorius BP221S 型电子天平(德国 Sartorius 公司),DK-

收稿日期:2013-12-09 修回日期:2014-01-13

^{*}“十二五”国家科技支撑计划资助项目(2011BAD39B00)

作者简介:温馨,博士生,主要从事果蔬加工研究,E-mail:wenxin77@cau.edu.cn

通讯作者:倪元颖,教授,博士生导师,主要从事果蔬加工、天然产物提取与功能食品开发研究,E-mail:niyuanyan@163.com

S24 型电热恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司),PHS-3C 型精密 pH 计(德国 Sartorius 公司),Hitachi Himac CR22g 型高速冷冻离心机(日本日立株式会社),HHP-700-6 型超高压处理设备(包头科发新型高技术食品机械有限公司),DZ-400B 型真空封口机(北京日上科贸有限公司)。

1.3 试验方法

1.3.1 不同漂烫方式处理

将哈密瓜去皮、去瓤后切分成 2 cm × 2 cm × 2 cm 的小块,经热水漂烫(温度 80、90 和 100℃;时间 0.5、1、2、3 和 4 min),100℃ 蒸气漂烫(时间 0.5、1、2、3 和 4 min)和高压处理(压强 100、200 和 300 MPa;时间 1~9 min)后,迅速取出,经冷水冷却后装入自封袋中,备用。并设空白对照,即不经热水、蒸气、高压处理,其他处理条件完全一致。

1.3.2 CaCl₂处理

按漂烫试验确定的工艺条件,哈密瓜漂烫后分别在质量分数为 0.4%、0.6%、0.8%、1.0%、1.2% 和 1.4% 的 CaCl₂溶液中浸泡 15 min,取出沥干后测定哈密瓜的硬度和维生素 C 含量,平行测定 3 次,取平均值。并设空白对照,即经漂烫后用清水浸泡,其他处理条件完全一致。

1.3.3 哈密瓜漂烫后的理化指标测定

(1)多酚氧化酶活性

参照 López 等的方法并稍作修改^[14]。称取 30 g 样品,加入预冷的 pH 值为 6.8 的 0.05 mol/L 磷酸缓冲溶液 100 mL(含质量分数为 1% 的 PVPP),研磨成匀浆,于 4℃、10 000 r/min 条件下冷冻离心 30 min,收集上清液作为多酚氧化酶提取液,低温保存备用。

吸取 pH 值为 6.8 磷酸缓冲液 1 mL,加入 1 mL、0.1 mol/L 的邻二苯酚,先于 40℃ 保温 10 min,再加入 0.2 mL 酶提取液,以缓冲溶液为参比于波长 420 nm 处测定吸光度。作吸光度与时间关系图,依据曲线最初的直线部分计算 PPO 活性。酶活力以每 1 min 吸光度变化 0.001 为 1 个单位。将不进行漂烫处理(对照)所测 PPO 活性规定为 100%,进行不同方式漂烫后所测酶活性为残余活性,并分别计算各残余活性与对照的百分比。

(2)过氧化物酶活性

参照 Hilali 等方法并稍作修改^[15]。分别吸取 pH 值为 6.0 磷酸缓冲液 1 mL,质量分数为 1.5% 的愈创木酚溶液 2 mL,质量分数为 0.5% 的 H₂O₂ 溶液 200 μL 和酶液 200 μL,迅速混合启动反应,同时立即开始计时,以缓冲溶液为参比于波长 470 nm 处测定吸光度。作吸光度与时间关系图,依据曲线最初

的直线部分计算 POD 活性。酶活力以每 1 min 吸光度变化 0.001 为 1 个单位。将不进行漂烫处理(对照)所测 POD 活性规定为 100%,进行不同方式漂烫后所测酶活性为残余活性,并分别计算各残余活性与对照的百分比。

(3)硬度测定

用 TMS-Pro 型物性分析仪测定样品硬度。测定模式为质构剖面分析法(Texture profile analysis, TPA)^[16]。测定参数为:样品尺寸 1 cm × 1 cm × 1 cm,最大量程 250 N,采用 P/38(直径 38 mm)圆柱平板探头,测试速度 30 mm/min,压缩比例 50%,起始力 0.5 N。每组测 8 个样品,由测试获得质地特征曲线,经 Texture Lab Pro 软件分析得到硬度值。

(4)维生素 C

采用 2,6-二氯靛酚滴定法^[17]。

1.3.4 数据处理与分析

使用 SAS 8.0 软件对数据进行方差分析(α = 0.05)和多重比较分析(Duncan's Multiple Range Test);使用 Origin 8.5 绘制图形。

2 结果与分析

2.1 不同漂烫处理对哈密瓜 PPO 活性影响

新鲜果蔬组织受伤后,酚类物质会被氧化成醌类物质从而产生褐变,影响果蔬品质。引起酶促褐变的酶主要是多酚氧化酶(PPO, EC 1.14.18.1)^[18]。通过漂烫抑制 PPO 活性可以防止哈密瓜发生酶促褐变,使哈密瓜保持良好色泽。由图 1a 可以看出哈密瓜中 PPO 活性随热水漂烫温度升高和时间延长而呈下降趋势,且温度越高对 PPO 的钝化效果越明显。刚开始时,PPO 活性下降并不明显,但随着时间延长,PPO 活性快速下降。在温度较低且时间较短(如在 80℃ 和 90℃ 处理 0.5 min、1 min)时,PPO 存在残余活性高于 100% 的情况,原因可能是漂烫时间较短,PPO 还没有被钝化,而此时细胞结构受到损伤,造成酶与底物接触,从而导致 PPO 活性升高。在 100℃、2 min,90℃、3 min 和 80℃、4 min 热水漂烫条件下,PPO 残余活性降至 5% 以内。

高压处理抑制哈密瓜 PPO 活性的效果并不明显(图 1b)。在试验压强 100~300 MPa 范围内,PPO 残余活性基本都在 90% 以上,而且在某些条件下,PPO 残余活性超过 100%。这种现象在多种水果中都有研究报道,如梨片^[19]、树莓^[20]和草莓^[21]等。这可能是由于:①高压条件下膜结合态酶的释放或者潜伏态酶的激活^[21-23]。②酶与提取物中的其他成分的相互作用或可逆性的酶结构或构象改变^[24]。

100℃ 蒸气可很好起到钝化 PPO 活性的效果 (图 1c)。随着时间的延长,活性逐渐降低,蒸气漂烫 1 min 后,PPO 残余活性降至 55.5%,当时间达到 4 min 时,PPO 残余活性已趋近于零。蒸气漂烫 0.5、1、2 和 3 min 后哈密瓜 PPO 残余活性存在显著差异 ($P < 0.05$),而蒸气漂烫 3 min 和 4 min 之间无显著性差异 ($P > 0.05$)。

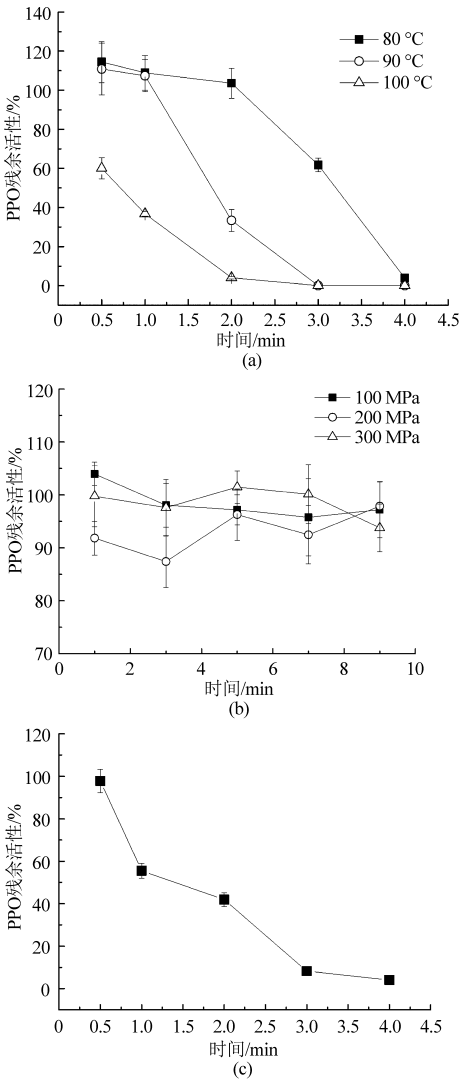


图 1 漂烫处理对哈密瓜 PPO 活性的影响
Fig. 1 Effect of preprocessing on hami melon polyphenoloxidase (PPO) residual activity
(a) 热水 (b) 高压处理 (c) 100℃ 蒸气

2.2 不同漂烫处理对哈密瓜 POD 活性影响

过氧化物酶(POD, EC 1. 11. 1. 7) 由于其在植物组织中的高含量和高热稳定性常被用作果蔬漂烫处理中的指示酶^[25-26]。然而在哈密瓜漂烫处理中采用 POD 来判断漂烫是否适度并不太合理,因为通过图 1 和图 2 对比可以看出 PPO 的热稳定性要高于 POD。由图 2a 可以看出热水漂烫温度和时间可以显著降低哈密瓜中 POD 活性。在温度较低时间较短(如在 80℃ 和 90℃ 处理 0.5 min)时,POD 残余活

性高于 100%,说明 POD 活性不但没有被抑制,反而有所升高。原因在于漂烫时间较短,POD 还没有被钝化,但此时细胞结构受到损伤,导致酶与底物接触,POD 活性升高。随着漂烫温度升高,漂烫时间延长,POD 活性显著下降。80℃、4 min,90℃、3 min 和 100℃、2 min 以后,POD 活性趋近与零,说明 POD 已经失活。但 Böttcher 指出,过氧化物酶的完全钝化,意味着漂烫过度^[27]。另有研究表明,热烫中保留一些 POD 活性,有利于保持冷冻食品质量^[28]。

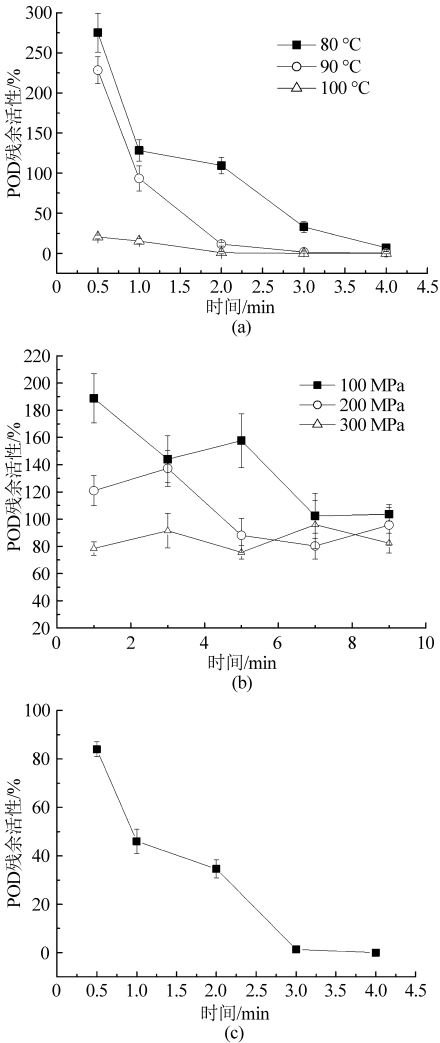


图 2 漂烫处理对哈密瓜 POD 活性的影响
Fig. 2 Effect of preprocessing on hami melon peroxidase (POD) residual activity
(a) 热水 (b) 高压处理 (c) 100℃ 蒸气

高压处理对于抑制哈密瓜 POD 活性并不明显(图 2b)。在压强为 100、200 MPa 时对 POD 活性基本没有抑制,且出现较未经处理的哈密瓜活性增加的现象,可能的原因与 2.1 节中对高压处理哈密瓜 PPO 活性增加的原因相同。有研究报道在黑莓^[29]、草莓^[20]中也存在这种现象。在压强为 300 MPa 时,POD 活性受到微弱的抑制,但在试验过程中,此压力下哈密瓜汁液流失严重,质构较差,故建议不采用

比 300 MPa 更高的压强条件处理哈密瓜块。

100℃ 蒸气同样能起到钝化 POD 活性的效果 (图 2c)。随着时间的延长,活性逐渐降低,蒸气漂烫 1 min 后,POD 残余活性降至 46.0%,当时间达到 3 min 时,POD 残余活性已趋近于零。蒸气漂烫 0.5、1、2、3 和 4 min 哈密瓜 POD 残余活性均存在显著差异 ($P < 0.05$)。

2.3 不同漂烫处理对哈密瓜硬度影响

通过漂烫工艺钝化酶活可以防止果蔬变色、变味,但同时会影响果蔬的质构。因此,需要选择合适的漂烫工艺使漂烫对果蔬质构的影响降到最低。高温漂烫会使细胞完整性遭到破坏。从图 3a 中可以看到,哈密瓜硬度随着时间延长,逐渐下降。在 80℃ 条件下,硬度下降较慢,但随着温度升高,到达 100℃ 时,哈密瓜硬度显著降低 ($P < 0.05$),与新鲜样品相比,经 100℃ 热水漂烫 4 min 后,硬度下降 85% 以上,同时伴随着大量汁液流失。这是因为加热会使细胞壁的果胶多糖解聚,导致果胶溶解,细胞

粘附减少,进一步造成果蔬组织变软^[30-31]。

高压处理同样会使哈密瓜组织结构遭到破坏 (图 3b)。经高压处理后,哈密瓜硬度下降明显。100 MPa 保压时间 1 min 后,硬度已经降低到 8.4 N 以下,随着压强升高,时间增长,硬度呈缓慢下降趋势。这可能是因为:①加压和泄压时气体体积变化引起细胞膜的机械损伤,导致通透性增加,从而使水分大量流失。②这种变化导致酶活上升,从而加速了细胞破坏和水果质地变软^[32-33]。

与热水漂烫和高压处理相比,蒸气漂烫能较好保持样品硬度 (图 3c)。在漂烫时间相同情况下,蒸气漂烫组硬度普遍高于相应热水漂烫组,如 100℃ 蒸气漂烫 1 min 后,哈密瓜硬度仍然可以保持在新鲜样品硬度的 80%,而 100℃ 热水漂烫 1 min 后,哈密瓜硬度只能保持新鲜样品的 51%。同时,蒸气漂烫时间也不宜过长,100℃ 蒸气漂烫 3 min 后,哈密瓜硬度只能保留新鲜样品硬度的 33%。100℃ 蒸气漂烫 0.5 min 与对照组哈密瓜硬度无显著差异 ($P > 0.05$),但蒸气漂烫 0.5、1、2 和 3 min 之间都存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

2.4 不同漂烫处理对哈密瓜维生素 C 含量影响

维生素 C 是一种水溶性维生素,易被氧化且对热敏感。维生素 C 的保留率常被用作果蔬产品整体营养品质的一个评价指标^[34]。图 4a 为不同热水漂烫条件对哈密瓜维生素 C 含量的影响。随着热水漂烫温度升高,漂烫时间延长,样品中维生素 C 损失量不断加大。在 100℃ 条件下,维生素 C 损失尤为严重。这是由于热烫破坏了细胞组织结构,导致细胞内的维生素 C 大量溶出,一部分与氧气接触而被氧化,另一部分则随汁液流失。

高压处理的哈密瓜块维生素 C 含量很低,且不同压强处理间差异显著,较长的保压时间也会增加维生素 C 的进一步流失 (图 4b)。高压处理对哈密瓜质构破坏严重,导致细胞破碎,细胞内溶物大量流出,这是维生素 C 损失的主要因素。

随着蒸气漂烫时间延长,维生素 C 含量呈下降趋势 (图 4c)。但相对于热水漂烫,蒸气漂烫则显得温和得多。虽然蒸气漂烫也会导致维生素 C 含量下降,但相比热水漂烫和高压处理维生素 C 损失显著减少。与新鲜样品相比,100℃ 蒸气漂烫 4 min 后,维生素 C 含量下降了 26%,漂烫 1 min,维生素 C 仅损失 13%。高温会使维生素 C 被破坏,但由于蒸气漂烫时,样品并不与水直接接触,因此在溶水流失方面少得多。Lin 等在采用蒸气、热水和微波漂烫处理豌豆时也得出蒸气漂烫豌豆中维生素 C 含量最高的结论^[35]。

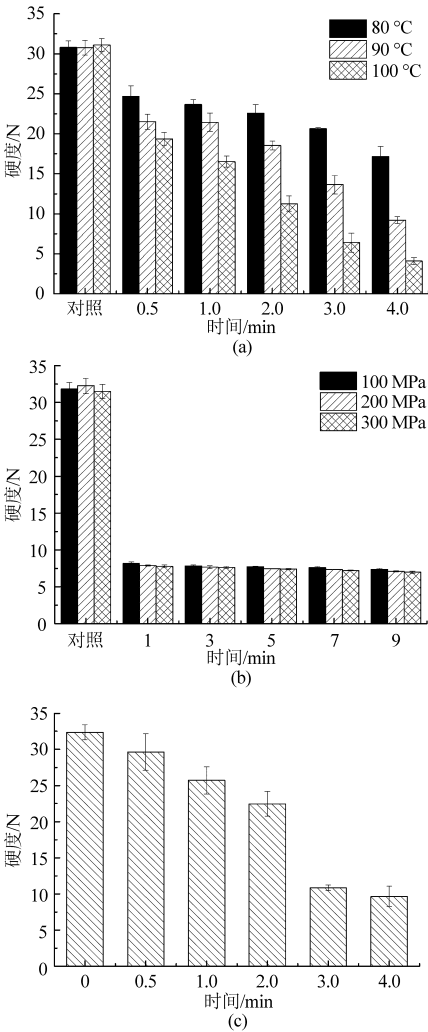


图 3 漂烫处理对哈密瓜硬度影响

Fig. 3 Effect of preprocessing on hami melon hardness
(a) 热水 (b) 高压处理 (c) 100℃ 蒸气

结合酶活、硬度和维生素 C 等因素,最终选择漂烫条件为 100°C 蒸气,漂烫时间 1 min。在此条件下,PPO 和 POD 残余活性分别为 55.5% 和 46.0%,硬度为新鲜样品硬度的 80%,维生素 C 仅损失 13%。

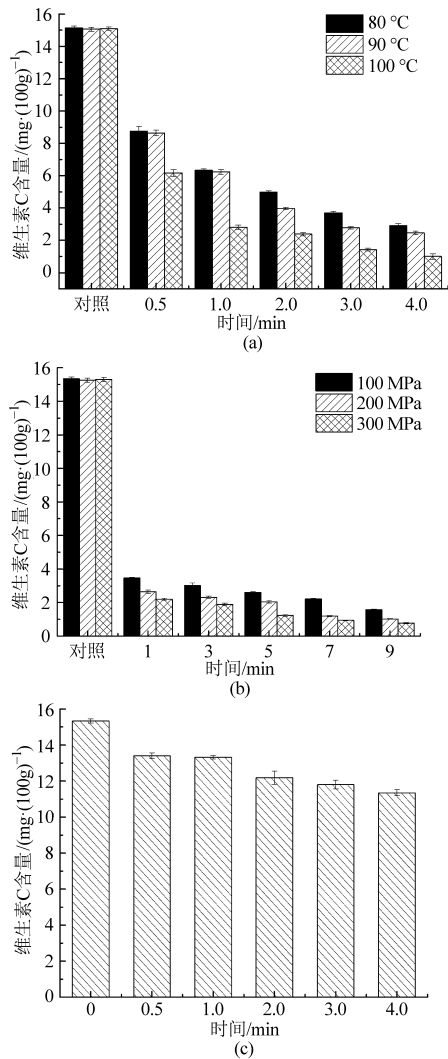


图 4 漂烫处理对哈密瓜维生素 C 含量影响
Fig. 4 Effect of preprocessing on hami melon vitamin C
(a) 热水 (b) 高压处理 (c) 100°C 蒸气

2.5 CaCl_2 处理对哈密瓜品质影响

钙离子能够与哈密瓜中的果胶酸反应,生成果胶酸钙,从而增加细胞壁强度。不同质量分数 CaCl_2 处理对哈密瓜硬度和维生素 C 含量的影响如图 5 所示。随着钙离子质量分数增大,哈密瓜硬度呈逐渐上升趋势。低质量分数时,硬度上升较快,当 CaCl_2 质量分数大于 1.0% 后,上升趋势减缓。由于哈密瓜硬度的提升,汁液流失降低,从而维生素 C 随汁液流失减少,其普遍高于对照组,同硬度变化基本相同。与经漂烫后用清水浸泡的对照组哈密瓜相比,在 CaCl_2 质量分数小于 1.0% 时,维生素 C 含量上升较快, CaCl_2 质量分数超过 1.0% 后,维生素 C 增加缓慢,无显著差异。因此,哈密瓜经过 CaCl_2 处

理后,品质得到改善,综合考虑选取质量分数为 1.0% 的 CaCl_2 溶液处理哈密瓜块,其硬度和维生素 C 含量较对照组分别提高了 7.6% 和 6.8%。

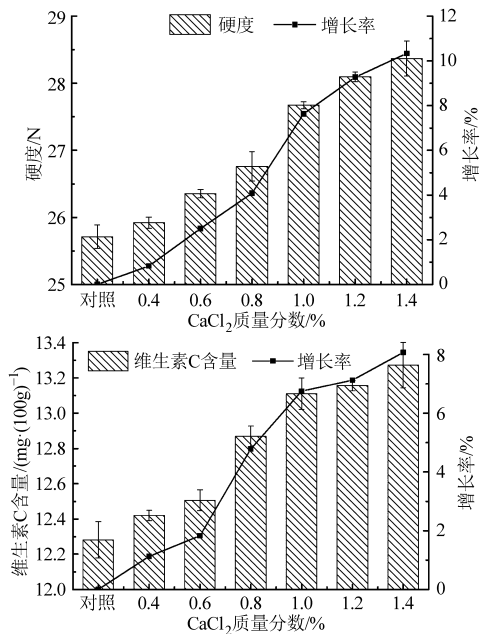


图 5 不同质量分数 CaCl_2 处理对哈密瓜硬度和维生素 C 含量影响
Fig. 5 Effect of different concentration of CaCl_2 on hami melon hardness and vitamin C

3 结论

- (1) 热水漂烫能很好地钝化引起果蔬褐变的 POD 和 PPO 酶活,且温度越高,时间越长,效果越好。但硬度也会随漂烫温度和时间增加,大幅降低,并且由于与介质水的接触,导致水溶性营养物质维生素 C 的流失。因此,该技术不适宜作为速冻哈密瓜预处理方法。
- (2) 100 ~ 300 MPa 高压处理对 POD 和 PPO 钝化效果不明显,甚至在个别压强下有激活现象。高压处理后,哈密瓜的组织结构破坏严重,硬度下降,维生素 C 含量随汁液流失增加而降低。说明哈密瓜并不适宜采用单一的高压处理灭酶。
- (3) 100°C 蒸气漂烫同样能起到钝化 POD 和 PPO 活性的作用,并且由于蒸气漂烫中,水不与样品直接接触,可减少水溶性维生素 C 损失,硬度也比同等条件下热水漂烫的高。
- (4) 综合比较酶活、维生素 C 和硬度,最终选择漂烫条件为 100°C 蒸气,漂烫时间 1 min。在此条件下,PPO 和 POD 残余活性分别为 55.5% 和 46.0%,硬度为新鲜样品硬度的 80%,维生素 C 仅损失 13%。该处理方法为速冻哈密瓜预处理的最优方法,可以在灭酶的基础上,较好地保持哈密瓜的硬度和维生素 C 含量,从而保证速冻哈密瓜品质。

(5) 哈密瓜 100℃ 蒸气漂烫 1 min 后经质量分 和维生素 C 含量较对照组显著上升, 分别提高数为 1.0% 的 CaCl₂ 溶液处理, 品质得到改善, 硬度 7.6% 和 6.8%。

参 考 文 献

1 高润蕾. 哈密瓜细菌性叶斑病原鉴定及不同品种抗病性测定[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009.
Gao Runlei. Pathogen identification of hami melon bacterial leaf spot and hami melon varieties resistance to bacterial leaf spot[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2009. (in Chinese)

2 黄文书, 徐芹, 常雪花, 等. 哈密瓜冻结规律及其品质变化的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(9): 52–54.
Huang Wenshu, Xu Qin, Chang Xuehua, et al. Study on freezing properties and quality of hami melon[J]. Food Science and Technology, 2010, 35(9): 52–54. (in Chinese)

3 彭丹, 邓洁红, 谭兴和, 等. 速冻花椰菜漂烫工艺的研究[J]. 现代食品科技, 2010, 26(4): 377–379.
Peng Dan, Deng Jiehong, Tan Xinghe, et al. Blanching process for quick-frozen cauliflower[J]. Modern Food Science and Technology, 2010, 26(4): 377–379. (in Chinese)

4 刘延奇, 吴史博. 超高压对食品品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2008, 29(3): 137–141.
Liu Yanqi, Wu Shibo. The effects of ultra high pressure on the food quality[J]. Food Research and Development, 2008, 29(3): 137–141. (in Chinese)

5 Quaglia G B, Gravina R, Paperi R, et al. Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content and texture in green peas[J]. Food Science and Technology, 1996, 29(5–6): 552–555.

6 Rastogi N K, Raghavarao K S, Balasubramaniam V M, et al. Opportunities and challenges in high pressure processing of foods[J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2007, 47(1): 69–112.

7 易建勇, 姜斌, 董鹏, 等. 高静压和热处理对蘑菇多酚氧化酶的钝化动力学分析[J]. 农业机械学报, 2012, 43(9): 136–142.
Yi Jianyong, Jiang Bin, Dong Peng, et al. Effect of high hydrostatic pressure and heat treatment on PPO inactivation and kinetic analysis [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(9): 136–142. (in Chinese)

8 李树君, 张琥, 林亚玲, 等. 马铃薯片红外和漂烫灭酶工艺对比试验[J]. 农业机械学报, 2012, 43(10): 118–123.
Li Shujun, Zhang Hu, Lin Yaling, et al. Comparison between infrared and hot water blanching processing on enzyme inactivation for potato slice [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(10): 118–123. (in Chinese)

9 Olivera D F, Viña S Z, Marani C M, et al. Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) after frozen storage[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 84(1): 148–155.

10 Guida V, Ferrari G, Pataro G, et al. The effects of ohmic and conventional blanching on the nutritional, bioactive compounds and quality parameters of artichoke heads[J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 53(2): 569–579.

11 崔彩云, 卢根昌, 高东江, 等. 哈密瓜真空冷冻干燥工艺[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(11): 100–102.

12 毕金峰, 方芳, 丁媛媛, 等. 预处理对哈密瓜变温压差膨化干燥产品品质的影响[J]. 食品与机械, 2010, 26(2): 15–18.

13 Ma Yongkun, Hu Xiaosong, Chen Jiluan, et al. Effect of UHP on enzyme, microorganism and flavor in cantaloupe (*Cucumis Melo* L.) juice[J]. Journal of Food Process Engineering, 2009, 33(3): 540–553

14 López P, Sala F J, Fuente J L, et al. Inactivation of peroxidase, lipoxxygenase, and polyphenol oxidase by manothermosonication[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1994, 42(2): 252–256.

15 Hilali F E, Oubahou A, Remah A, et al. Chilling injury and peroxidase activity changes in “Fortune” mandarin fruit during low temperature storage[J]. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 2003, 29(1–2): 44–54.

16 孙钟雷, 孙永海, 李宇, 等. 仿生食品质构仪设计与试验[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1): 230–234.
Sun Zhonglei, Sun Yonghai, Li Yu, et al. Design and experiment of bionic food texture analyzer[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(1): 230–234. (in Chinese)

17 Rincon A, Kerr W L. Influence of osmotic dehydration, ripeness and frozen storage on physicochemical properties of mango[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2010, 34(5): 887–903.

18 Mayer A M, Harel E. Polyphenol oxidase in plants[J]. Phytochemistry, 1979, 18(2): 193–215.

19 Asaka M, Hayashi R. Activation of polyphenoloxidase in pear fruits by high pressure treatment[J]. Agricultural and Biological Chemistry, 1991, 55(9): 2439–2440.

20 Alberto G P, Winai S, Paul K. The effects of high hydrostatic pressure on β -glucosidase, peroxidase and polyphenol oxidase in red raspberry (*Rubus idaeus*) and strawberry (*Fragaria $\times$ ananassa*) [J]. Food Chemistry, 2004, 88(1): 7–10.

21 Terefe N S, Yang Y H, Knoerzer K, et al. High pressure and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in strawberry puree[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2010, 11(1): 52–60.

22 Asaka M, Aoyama Y, Nakanishi R, et al. Purification of a latent form of polyphenol oxidase from La France pear fruit and its pressure-activation[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 1994, 58(8): 1486–1489.

23 Dolores R, Ruben J, Ann V L, et al. Combined thermal and high pressure inactivation kinetics of tomato lipoxxygenase[J]. European Food Research and Technology, 2005, 222(5–6): 636–642.

24 Hendrickx M, Ludikhuyze L, van den Broeck I, et al. Effects of high pressure on enzymes related to food quality[J]. Trends in Food Science & Technology, 1998, 9(5): 197–203.

25 Burnette F S. Peroxidase and its relationship to food flavor and quality: a review[J]. Journal of Food Science, 1977, 42(1): 1–6.

26 Gonçalves E M, Pinheiro J, Abreu M, et al. Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching[J]. Journal of Food Engineering, 2010, 97(4): 574–581.

27 Böttcher H. Enzyme activity and quality of frozen vegetables: I remaining residual activity of peroxidase[J]. Food/Nahrung, 1975, 19(2): 173–179.

28 林志民. 速冻蔬菜热烫处理的研究[J]. 福州大学学报:自然科学版,1998,26(5):110–113.

29 边磊. 超高压处理对黑莓香气、质地特性及过氧化物酶的影响[D]. 镇江:江苏大学,2009.

Bian Lei. Effects of ultra high pressure treatment on its aroma components, texture properties and peroxidase in blackberry[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2009. (in Chinese)

30 de Roeck A, Mols J, Duvetter T, et al. Carrot texture degradation kinetics and pectin changes during thermal versus high-pressure/high-temperature processing: a comparative study[J]. Food Chemistry, 2010, 120(4): 1104–1112.

31 Nguyen L T, Tay A, Balasubramaniam V M, et al. Evaluating the impact of thermal and pressure treatment in preserving textural quality of selected foods[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(3): 525–534.

32 Tangwongchai R, Ledward D A, Ames J M. Effect of high-pressure treatment on the texture of cherry tomato[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(5): 1434–1441.

33 姚佳,胡小松,廖小军,等. 高静压对果蔬制品品质构影响的研究进展[J]. 农业机械学报,2013,44(9):117–124.

Yao Jia, Hu Xiaosong, Liao Xiaojun, et al. Research progress in effect of high hydrostatic pressure on texture of fruit and vegetable products[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2013, 44(9): 117–124. (in Chinese)

34 Goula A M, Adamopoulos K G. Retention of ascorbic acid during drying of tomato halves and tomato pulp [J]. Drying Technology, 2006, 24(1): 57–64.

35 Lin S, Brewer M S. Effects of blanching method on the quality characteristics of frozen peas[J]. Journal of Food Quality, 2005, 28(4): 350–360.

Effects of Different Blanching Ways Combined with CaCl_2 Treatment on Quality of Hami Melon

Wen Xin¹ Hu Rui² Zhao Jinhong¹ Peng Yu¹ Meng Xinxin¹ Ni Yuanying¹
(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China
2. Food and Drug Administration of Beijing Xicheng District, Beijing 100033, China)

Abstract: In order to explore suitable quick-frozen preprocessing techniques of hami melon (*Cucumis melo* var. *saccharinus*), hot water blanching (temperature 80℃, 90℃, 100℃; time 0.5 ~ 4 min), 100℃ steam blanching (time 0.5 ~ 4 min) and high pressure processing (pressure 100 MPa, 200 MPa, 300 MPa; time 1 ~ 9 min) were adopted to study the effect of different preprocessing ways on quality of hami melon. Futhermore, the effect of hardness maintenance in different concentrations of CaCl_2 solution was evaluated. The polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD) activity of hami melon extract was inhibited effectively by hot water blanching, while the hardness and vitamin C content decreased significantly with increasing temperature and time of blanching. High pressure processing at 100 ~ 300 MPa could barely suppress PPO and POD activity of hami melon, and under certain conditions the enzyme activity was even activated, meanwhile the texture was seriously damaged. Vitamin C content also decreased significantly. However, 100℃ steam blanching inhibited PPO and POD activity effectively and also performed better than hot water blanching and high pressure processing in keeping hami melon texture and vitamin C. Therefore, 100℃ steam blanching at 1 min was chosen to preprocess hami melon, and in this condition PPO and POD residual activity levels were 55.5% and 46.0% respectively. Compared with the fresh hami melon, hardness maintained 80% and vitamin C lost only 13%. On this basis, soaking in 1.0% (m/m) CaCl_2 solution improved hami melon hardness and vitamin C content by 7.6% and 6.8%, respectively.

Key words: Hami melon Blanching Hardness Quality