



高阳,丁菲,吴南生,等.漂烫时间对南酸枣果实糖酸组分的影响[J].江西农业大学学报,2021,43(4):759-765.
GAO Y,DING F,WU N S,et al.Effect of different blanching time lengths on sugar and acid components of *Choerospondias axillaris* fruit[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(4):759-765.

漂烫时间对南酸枣果实糖酸组分的影响

高 阳^{1,2},丁 菲^{2,3*},吴南生^{2,4},丁永电¹

(1.宜春学院 生命科学与资源环境学院,江西 宜春 336000;2.江西农业大学 南酸枣研究所,江西 南昌 330045;
3.江西农业大学 职业师范学院,江西 南昌 330045;4.江西农业大学 林学院,江西 南昌 330045)

摘要:【目的】热水漂烫是南酸枣果实加工过程中的重要流程,其处理时间的长短会对南酸枣果肉品质造成影响,通过研究漂烫时间对南酸枣果实糖酸影响为其采后加工提供理论依据。【方法】以成熟的南酸枣果实为试验材料,采用不同时间(0,5,10,15,20,25和30 min)的100℃热水漂烫处理南酸枣果实,采用高效液相色谱法分别对果肉中糖组分(蔗糖、果糖、葡萄糖)、酸组分(柠檬酸、奎宁酸、琥珀酸、苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸)含量进行分析测定。【结果】成熟的南酸枣果实3种糖组分中,果糖含量最高,葡萄糖其次,蔗糖含量最低。柠檬酸为南酸枣果实主要有机酸,成熟南酸枣果实柠檬酸含量占总有机酸含量的46.46%,其次为琥珀酸和奎宁酸,苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸含量相对较低,其中富马酸含量最低。热水漂烫处理会显著影响果实糖酸组分含量,且不同时间的漂烫处理对南酸枣果实各糖、酸组分含量影响各不相同:其中短时间的热水漂烫处理能够提高蔗糖、果糖、葡萄糖、柠檬酸、奎宁酸、苹果酸、酒石酸、草酸含量,进而提高果实总糖和总有机酸含量;但长时间的热水漂烫处理通过降低各糖酸组分含量来减少果实总糖和总有机酸含量。【结论】综合分析认为,10 min的热水漂烫处理为南酸枣果实较适宜时长。

关键词:漂烫时间;南酸枣;糖;有机酸

中图分类号:S609 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2021)04-0759-07

Effect of Different Blanching Time Lengths on Sugar and Acid Components of *Choerospondias axillaris* Fruit

GAO Yang^{1,2},DING Fei^{2,3*},WU Nansheng^{2,4},DING Yongdian¹

(1.School of Life Science, Resources and Environment, Yichun University, Yichun, Jiangxi 336000, China; 2.Choerospondias Axillaris Institute, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 3.College of Vocational and Teachers Education, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 4.College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: [Objective] Hot water blanching is an important process in the processing of *Choerospondias axillaris* fruits. Hot water blanching is an important process in the processing of *Choerospondias axillaris* fruit. The length of the treatment time will affect the pulp quality of *Choerospondias axillaris*. This article studies the

收稿日期:2020-10-26 修回日期:2020-11-12

基金项目:江西省重点研发计划项目(20171BBF60011)和江西省林业科技创新专项经费项目(201608)

Project supported by Key R&D Projects in Jiangxi Province (20171BBF60011) and Jiangxi Province Forestry Science and Technology Innovation Special Fund Project (201608)

作者简介:高阳, orcid.org/0000-0003-1116-4185, gyyichuan@163.com; *通信作者:丁菲,教授,博士, orcid.org/0000-0003-3429-2438, 403491241@qq.com。

effect of blanching time on the sugar and acid of *Choerospondias axillaris* fruit to provide theoretical basis for its postharvest processing. [Method] Using mature *Choerospondias axillaris* fruit as the test material, the fruit was treated with hot water blanching at 100 °C for different time lengths (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 min). The contents of sugar components (sucrose, fructose and glucose) and acid components (citric acid, quinic acid, succinic acid, malic acid, tartaric acid, ascorbic acid, oxalic acid and fumaric acid) content were measured by high performance liquid chromatography. [Result] The results showed that the sugar components of the *Choerospondias axillaris* fruit mainly included sucrose, fructose and glucose. The fructose content was the highest, the glucose content was the second, and the sucrose content was the lowest. The organic acid components mainly included citric acid, quinic acid, succinic acid, malic acid, tartaric acid, ascorbic acid, oxalic acid, and fumaric acid. Citric acid was the main organic acid of *Choerospondias axillaris* fruit. The citric acid content of ripe *Choerospondias sylvestris* accounted for 46.46% of the total organic acid content, followed by succinic acid and quinic acid. The contents of malic acid, tartaric acid, ascorbic acid, oxalic acid, and fumaric acid were relatively high. Hot water blanching treatment could significantly affect the contents of sugar and acid components in the fruit. Short-time hot water blanching treatment could increase the contents of sucrose, fructose, glucose, citric acid, quinic acid, malic acid, tartaric acid, and oxalic acid, thereby increasing the fruit total sugar and total organic acid contents; but long-term hot water blanching treatment reduced the total sugar and total organic acid contents of the fruit by reducing the content of each sugar and acid component. [Conclusion] Comprehensive analysis suggests that 10 min of hot water blanching treatment is suitable for *Choerospondias axillaris* fruits.

Keywords: blanching time; *Choerospondias axillaris*; sugar; organic acid

【研究意义】南酸枣 (*Choerospondias axillaris* (Roxb.) Burtt et Hill.) 是漆树科南酸枣属多年生木本植物, 广泛分布在中国的南方地区及印度、尼泊尔等一些亚洲国家和地区^[1]。南酸枣果实又名四眼果和鼻涕果, 具有丰富的营养和药用价值^[2]。研究表明南酸枣果皮、果肉和种仁中均含有丰富的蛋白质、氨基酸、脂肪、维生素和多种矿物元素等营养成分, 同时也含有单宁、皂苷等生物活性物质^[3]。南酸枣果肉常常被作为原材料加工成果酒、果糕、果醋、果汁, 果皮具有药用价值可用于提取活性药物成分, 果核可作活性炭原料^[4-6]。【前人研究进展】漂烫工艺作为果蔬加工时重要的前处理工序, 其不仅能够清洁果面, 杀死表面微生物^[7], 它还能抑制和破坏果实中酶活性, 阻止果蔬在后期处理过程中发生生理生化反应而影响产品质量^[8]。南酸枣加工过程中常采用 100 °C 热水漂烫处理 30 min, 它能够起到较好的除菌和去酶活的效果, 但长时间的热水漂烫处理会造成南酸枣果肉营养物质的散失^[9]。【本研究切入点】糖、酸组分是果实重要的风味品质, 其含量高低不仅影响果实本身品质, 还会对加工产品质量造成影响^[10]。目前, 关于南酸枣的研究多集中在新产品的开发和有效成分的提取工艺上, 较少涉及热处理对南酸枣果实品质影响。因此, 探究不同热处理时间对南酸枣果实糖酸变化的影响尤为重要, 以期为南酸枣果实加工提供更全面的参考依据。【拟解决的关键问题】本研究以成熟的南酸枣果实为试验材料, 通过设置不同时间梯度的 100 °C 热水漂烫处理, 采用 HPLC 法测定各处理糖、酸组分含量, 探究不同热处理时间对南酸枣果实糖酸变化的影响, 以期为南酸枣果实加工提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

南酸枣果实采摘自江西省万载县罗城镇九龙庙, 果树树龄均在 30 年左右。挑选果实形状、大小、颜色均一, 无损伤和视觉缺陷。果实采收当天立即被送到宜春学院的实验室。

南酸枣果实用清水清洗并自然晾干后, 将其随机分为 7 组, 每组 90 个果, 分为 3 次重复, 每次重复 30 个果, 分别将其放置于恒温水浴锅中进行 100 °C 恒温漂烫处理 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 min, 处理完后立即捞出自然晾凉, 之后再进行取样并测定相关指标。

1.2 测定方法

1.2.1 糖、酸组分的提取 参照 Chen 等^[11]的方法进行果实糖、酸组分的提取。称取南酸枣果肉 2.00 g, 加

入 80% 的乙醇 8 mL 后将其进行充分研磨后,转移到 10 mL 离心管中进行 35 ℃ 恒温水浴 20 min,室温条件下 10 000 r/min 离心 20 min,取上清液,重复提取 3 次后合并提取上清液,用 80% 的乙醇定容至 25 mL。取 1 mL 的提取用液,浓缩干燥后加入 1 mL 超纯水溶解备用。

1.2.2 糖组分的测定 参照高阳等^[12]的方法,采用 HPLC 进行果实糖组分的测定。将 1.2.1 中浓缩干燥加水溶解的样品用 0.45 μm 微孔滤膜过滤后以备上机进样分析,糖组分测定的色谱条件为:Waters NH2 柱(4.6 mm×250 mm,5.0 μm);流动相为 V(乙腈):V(水)=75:25;检测池温度 30 ℃;流速 1.0 mL/min;进样量 20 μL;采用 RID 示差检测器进行检测。

1.2.3 有机酸组分的测定 参照杨滢滢等^[13]的方法,将 1.2.1 中浓缩干燥加水溶解的样品取用 0.22 μm 微孔滤膜过滤后以备上机进样分析,采用二极管阵列检测器进行南酸枣果肉有机酸组分含量的检测,其色谱条件为:C18 柱(4.6 mm×250 mm,5.0 μm),柱温为 25 ℃;流动相为 pH=2.7 的 50 mmol/L 磷酸氢二氨,流速为 0.5 mL/min;进样量 20 μL。

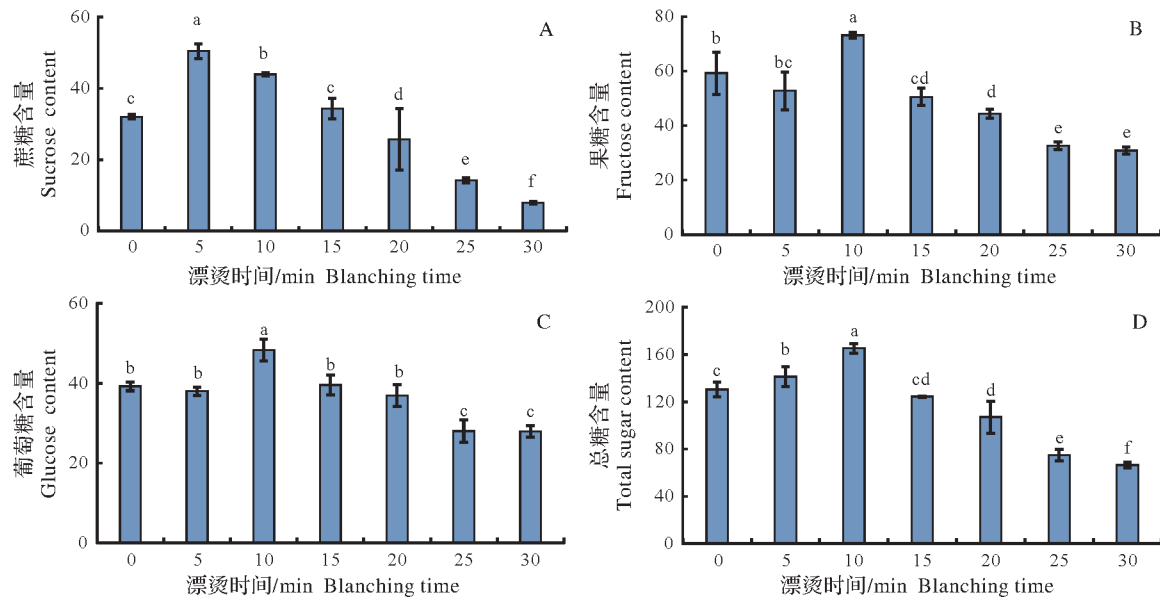
1.3 数据分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理和绘图,采用 SPSS 20.0 数据处理系统进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同漂烫时间对南酸枣果实糖组分的影响

南酸枣果实主要糖组分包括蔗糖、果糖和葡萄糖 3 种,采用 HPLC 法对不同漂烫时间的南酸枣果实糖组分进行测定,结果如图 1 所示:成熟的南酸枣果实果糖为其主要糖组分,其含量占总糖含量的 45.38%,葡萄糖其次,蔗糖含量最低。热水漂烫处理会对果实糖组分造成影响,由图 1A 可知,短时间热水漂烫能够促进南酸枣果实蔗糖的积累,在漂烫 5 min 后南酸枣果实蔗糖含量由原始的 32.04 mg/g 增长至 50.50 mg/g,随着漂烫时间的延长,果实蔗糖含量逐渐降低,且时间越长,蔗糖含量下降越多,在漂烫 30 min 后,南酸枣果实蔗糖含量下降至 7.88 mg/g,显著低于原始值($P<0.05$)。不同时长热水漂烫处理对南酸枣果实果糖含量的影响如图 1B 所示,除 10 min 外所有时间的热水漂烫处理均会降低果实中果糖含量,且处理时间越长,果糖含量下降越多,在漂烫 30 min 后,南酸枣果实果糖含量下降至 30.78 mg/g,仅为原始值的 51.97%。与果糖含量变化相似,南酸枣果实葡萄糖含量经过热水漂烫处理 10 min 达到最大值,



同列不同小写字母表示差异显著。

The data with different little letters in same column show significant difference.

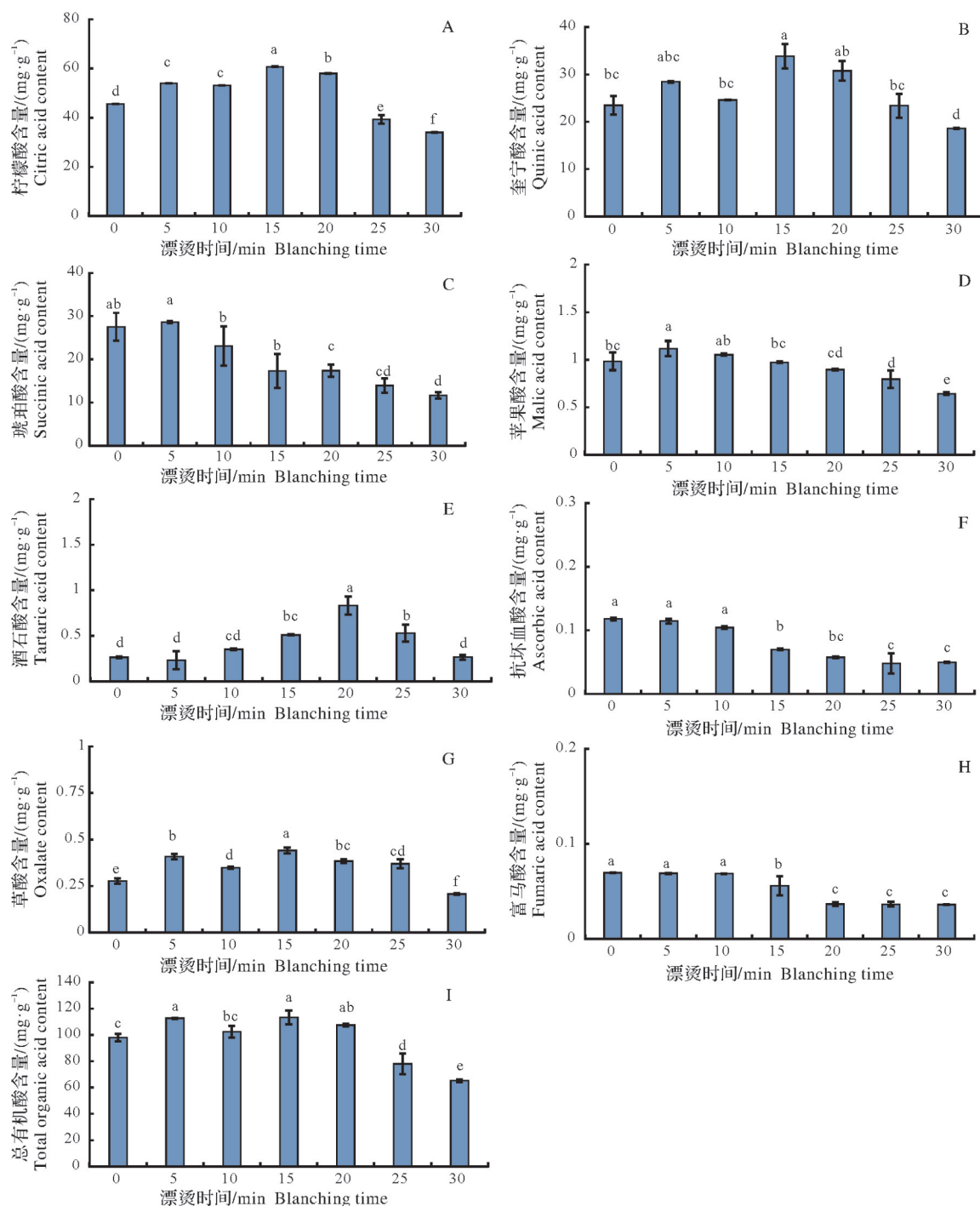
图 1 不同漂烫时间对南酸枣果实蔗糖(A)、果糖(B)、葡萄糖(C)和总糖(D)含量的影响

Fig.1 The effect of different blanching time on the contents of sucrose(A), fructose(B), glucose(C)and total sugar(D)of Choerospondias axillaris fruits

显著大于原始值($P<0.05$), 5 min、15 min和20 min的热水漂烫处理对南酸枣果实含量无显著影响, 但25 min和30 min的热水漂烫处理能够显著降低果实葡萄糖含量。对总糖含量分析发现, 随着热水漂烫时间的延长南酸枣果实总糖呈先增加后降低的变化, 在漂烫处理10 min达到最大值(165.36 mg/g), 且显著高于原始值($P<0.05$), 从20 min开始, 热水漂烫处理的南酸枣果实总糖含量显著低于原始值。

2.2 不同漂烫时间对南酸枣果实有机酸组分的影响

采用HPLC对南酸枣果实中柠檬酸、奎宁酸、琥珀酸、苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸8种有



同列不同小写字母表示差异显著。

The data with different little letters in same column show significant difference.

图2 不同漂烫时间对南酸枣果实柠檬酸(A)、奎宁酸(B)、琥珀酸(C)、苹果酸(D)、酒石酸(E)、抗坏血酸(F)、草酸(G)、富马酸(H)和总有机酸(I)含量的影响

Fig.2 The effect of different blanching time on the contents of citric acid(A), quinic acid(B), succinic acid(C), malic acid(D), tartaric acid(E), ascorbic acid(F), oxalic acid(G), Fumaric acid(H) and total organic acid(I) of *Choerospondias axillaris* fruits

机酸进行测定。结果如图2所示,柠檬酸为南酸枣果实主要有机酸,成熟南酸枣果实柠檬酸含量占总有机酸含量的46.46%,其次为琥珀酸和奎宁酸,他们含量分别占总有机酸含量的28.11%和23.95%,苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸含量相对较低,其中富马酸含量最低,仅为0.07 mg/g。不同时间的漂烫处理对南酸枣果实各有机酸组分含量影响各不相同。

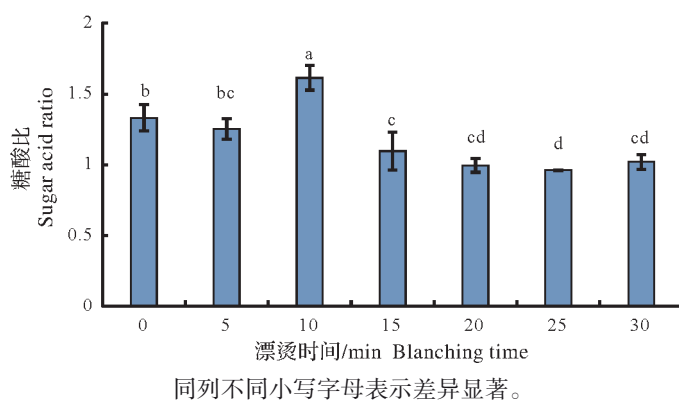
随着热水漂烫时间的延长,南酸枣果实柠檬酸含量先增加后降低(图2A),在漂烫15 min时达到最大值,5~20 min的热水漂烫处理均能够显著提高果实柠檬酸含量,但25~30 min漂烫处理的果实柠檬酸含量显著低于原始值(45.52 mg/g)。与柠檬酸含量变化类似(图2B),5~20 min的热水漂烫处理能够提高果实奎宁酸含量,仅15 min漂烫处理果实的奎宁酸含量显著高于原始值(23.47 mg/g),所有处理中仅30 min的漂烫处理会降低果实奎宁酸含量,且达到显著水平($P<0.05$)。图2C为不同漂烫时间对南酸枣果实琥珀酸含量的影响结果,由图可知热水漂烫处理能够降低果实琥珀酸含量,且处理时间越长果实琥珀酸下降越明显,从漂烫10 min开始果实的琥珀酸含量显著低于原始值,在漂烫30 min后,南酸枣果实琥珀酸含量下降至11.62 mg/g,仅为原始值的42.21%。

热水漂烫对南酸枣果实中苹果酸、酒石酸和草酸含量的影响均随着处理时间的延长呈先增加后降低的变化(图2D、E、G)。漂烫处理5 min的南酸枣果实苹果酸含量最高,之后逐渐下降,从处理20 min开始果实苹果酸含量显著低于原始值($P<0.05$)。漂烫处理20 min的果实酒石酸含量最高,达到原始值的3.17倍,所有漂烫处理果实的酒石酸含量均高于原始值。漂烫处理15 min的南酸枣果实草酸含量最高,是原始值的1.59倍,5~25 min的漂烫处理均能显著提高果实草酸含量,仅30 min漂烫处理的南酸枣果实草酸含量显著低于原始值($P<0.05$)。

热水漂烫处理对抗坏血酸和富马酸含量的影响与对琥珀酸含量相似(图2F、图2H),热水漂烫处理能够降低果实琥珀酸含量,且处理时间越长果实琥珀酸下降越明显,从漂烫15 min开始果实的抗坏血酸和富马酸含量显著低于原始值($P<0.05$)。

2.3 不同漂烫时间对南酸枣果实糖酸比值的影响

图3为不同漂烫时间对南酸枣果实糖酸比的影响结果,从图中可知,南酸枣果实糖酸比原始值为1.33,除漂烫处理10 min提高果实糖酸比外,其他时间的漂烫处理均能降低果实糖酸比,且从处理15 min开始均显著低于原始值($P<0.05$)。



The data with different little letters in same column show significant difference.

图3 不同漂烫时间对南酸枣果实糖酸比的影响

Fig.3 The effect of different blanching time on the sugar acid ratio of *Choerospondias axillaris* fruits

3 结论与讨论

漂烫是果蔬贮藏和加工中的重要环节,果蔬漂烫能有效破坏酶的活性、稳定色泽、改善产品质构和风味,但漂烫处理的效果因漂烫温度和时间不同而存在差异^[8]。周志才等^[14]研究发现热水漂烫能够降低苦菜中叶绿素、糖、维生素C含量和POD活性,且温度越高,降低效果越明显,但漂烫对苦菜中蛋白质和钙含量无显著影响。在对芫荽的研究中发现,漂烫处理能显著降低芫荽的营养成分,随着漂烫时间的延

长,芫荽各营养成分均呈现不同程度的降低^[15]。张海燕等^[16]在对苹果加工工艺研究中发现,短时间的漂烫处理可以改善苹果质地,提高感官品质,并通过控制POD活性,抑制褐变,但过度的漂烫反而会破坏果实质地、造成SOD等抗氧化酶活性的丧失及感官品质的下降,以及能源的浪费。本研究结果表明,热水漂烫处理对南酸枣果实糖组分和有机酸组分造成影响。

糖分是果实重要的营养品质,其含量高低及种类多少会对果实本身风味及后期加工产品造成影响^[17]。水果中可溶性糖主要是蔗糖、葡萄糖和果糖,但有的水果还含有山梨醇、甘露醇、木糖等^[10]。本研究对南酸枣果实主要可溶性糖蔗糖、果糖和葡萄糖进行测定,结果表明不同时长热水漂烫处理对南酸枣果实3种糖组分影响各异。总体来说,短时间的热水漂烫处理能够提高南酸枣果实3种糖组分和总糖含量,但长时间的漂烫会降低南酸枣果实糖含量,且处理时间越长下降越明显。造成这种现状的原因可能是短时间的热水漂烫处理能够促进南酸枣果实中不可溶性的多糖降解成可溶性糖,但过长时间会破坏果实表皮导致果实中糖分流失到热水中进而造成果实中糖组分含量降低^[18]。

有机酸是影响果实品质的重要风味物质,果实中有机酸的种类重要包括柠檬酸、苹果酸、酒石酸、奎宁酸、草酸、琥珀酸、乳酸、抗坏血酸等,不同种类果实有机酸组分及其含量差异显著,按照成熟果实中所积累的主要有机酸可以大体将果实分为苹果酸型、柠檬酸型和酒石酸型3种果实类型^[19-21]。前期研究结果表明南酸枣果实果皮和果肉含有丰富的有机酸,其中为柠檬酸主要有机酸,说明南酸枣果实为柠檬酸型果实^[3],与上述结果类似,本研究结果表明南酸枣果实中柠檬酸为主要有机酸,其次为琥珀酸、奎宁酸、苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸含量相对较低。热水漂烫处理对南酸枣果实中有机酸组分的影响各不相同,短时间的热水漂烫处理不会显著降低果实有机酸含量,反而能够显著提高柠檬酸、奎宁酸、苹果酸等有机酸的含量,但过长时间的热水漂烫处理能降低所有有机酸组分的含量,这与李俊等^[9]结果相同,其研究认为漂烫处理对南酸枣细胞结构造成一定程度的损坏,导致水溶性营养成分流失,其中部分有机酸因易溶于水而损失。

综合上述结果认为,南酸枣果实可溶性糖主要包括蔗糖、果糖和葡萄糖,有机酸主要包括柠檬酸、奎宁酸、琥珀酸、苹果酸、酒石酸、抗坏血酸、草酸、富马酸,短时间的热水漂烫处理能够通过提高蔗糖、果糖和葡萄糖含量来提高总糖含量,通过提高柠檬酸和奎宁酸含量从而提高总有机酸含量,而长时间的热水漂烫处理通过降低各糖组分和有机酸组分来降低果实总糖和总有机酸含量。结合糖酸比值结果分析认为10 min热水漂烫处理为南酸枣果实较适宜时长。

参考文献 References:

- [1] 易好,邓湘雯,项文化,等.湘中丘陵区南酸枣阔叶林群落特征及群落更新[J].生态学报,2014,34(12):3463-3471.
YI H, DENG X W, XIANG W H, et al. The characteristics and regeneration of the *Choerospondias axillaries* broad-leaved community in the hilly region of central Hunan Province, China[J]. Acta ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3463-3471.
- [2] 李长伟,崔承彬,蔡兵,等.南酸枣的研究进展[J].解放军药学学报,2008,24(3):231-234.
LI C W, CUI C B, CAI B, et al. Research Progress of *Choerospondias axillaris* [J]. Pharmaceutical journal of Chinese people's liberation army, 2008, 24(3): 231-234.
- [3] 刘晓庚,陈优生.南酸枣果实的成分分析[J].中国野生植物资源,2000(3):35-40.
LIU C G, CHEN Y S. Composition analysis of *Choerospondias axillaris* fruit[J]. Chinese wild plant resources, 2000(3): 35-40.
- [4] LI S H, WU X J, ZHENG Y, et al. Studies on the chemical constituents from the bark of *Choerospondias axillaries*[J]. Journal of Chinese medicinal materials, 2009, 32(10): 1542.
- [5] 林朝楷,吴为通.果用南酸枣产业现状与展望[J].中国园艺文摘,2012,28(12):55-57.
LIN C K, WU W T. Current situation and prospects of *Choerospondias axillaries* fruit industry[J]. Chinese horticulture abstract, 2012, 28(12): 55-57.
- [6] 卜朝志.南酸枣果实营养成分分析及其加工利用.中国野生植物,1992(1):32-36.
PIAO C Z. Analysis of nutrient components of *Choerospondias axillaris* fruit and its processing and utilization[J]. Chinese wild plants, 1992(1): 32-36.

- [7] CEYLAN E, MCMAHON W A, GARREN D M. Thermal inactivation of listeria monocytogenes and salmonella during water and steam blanching of vegetables[J]. Journal of food protection, 2017, 80(9): 1550.
- [8] 韩涛, 李丽萍, 艾启俊. 漂烫对蔬菜果实质地的影响及低温漂烫作用的机理[J]. 食品工业科技, 2003(2): 89-92.
HAN T, LI L P, AI Q J. The effect of blanching on the texture of vegetables and fruits and the mechanism of low-temperature blanching[J]. Science and technology of food industry, 2003(2): 89-92.
- [9] 李俦, 戴涛涛, 程超, 等. 南酸枣及其枣糕有机酸组成与分析[J]. 食品与机械, 2015, 31(6): 17-20.
KAN C N, GAO Y, CHEN M, et al. Composition and analysis of organic acid in *Choerospondias axillaris* and its pastilles[J]. Food and machinery, 2015, 31(6): 17-20.
- [10] 郑丽静, 聂继云, 闫震. 糖酸组分及其对水果风味的影响研究进展[J]. 果树学报, 2015, 32(2): 304-312.
ZHENG L J, NIE J Y, YAN Z. Advances in research on sugars, organic acids and their effects on taste of fruits[J]. Journal of fruit science, 2015, 32(2): 304-312.
- [11] CHEN M, XIE X, LIN Q, et al. Differential expression of organic acid degradation-related genes during fruit development of navel oranges (*Citrus sinensis*) in two habitats[J]. Plant molecular biology reporter 2013, 31(5): 1131-1140.
- [12] 高阳, 杨滢滢, 郑嘉鹏, 等. 靖安椪柑果实发育阶段糖、酸组分含量变化[J]. 江西农业大学学报, 2016, 38(4): 631-636.
GAO Y, YANG Y Y, ZHENG J P, et al. Changes in sugar and organic acid components during fruit development in Jingan ponkan (*Citrus reticulata*) Fruit[J]. Journal of Jiangxi agricultural university, 2016, 38(4): 631-636.
- [13] 杨滢滢, 高阳, 向妙莲, 等. ‘纽荷尔’脐橙果实发育过程中几种柠檬酸代谢相关基因的表达特征分析[J]. 果树学报, 2016, 33(4): 400-408.
YANG Y Y, GAO Y, XIANG M L, et al. Expression profile analysis of several citric acid metabolism related genes in the ‘Newhall’ navel orange during fruit development[J]. Journal of fruit science, 2016, 33(4): 400-408.
- [14] 周志才, 所晓波. 不同漂烫温度对苦菜品质指标的影响[J]. 食品科学, 2005, 26(8): 95-98.
ZHOU Z C, SUO X B. Influence of various blanching temperature on quality change of *Patrinia villosa* (PV) [J]. Food science, 2005, 26(8): 95-98.
- [15] 陈蔚辉, 徐佳霖. 不同漂烫时间对芫荽营养成分的影响[J]. 中国调味品, 2015, 40(6): 15-17.
CHEN W H, XU J L. Effects of different blanching time on the nutritional components of coriander[J]. China condiment, 2015, 40(6): 15-17.
- [16] 张海燕, 张永茂, 康三江, 等. 漂烫对速冻苹果质地的影响[J]. 中国酿造, 2015, 34(5): 101-105.
ZHANG H Y, ZHANG Y M, KANG S J, et al. Effects of blanching on texture of frozen apple[J]. China brewing, 2015, 34(5): 101-105.
- [17] 姚改芳, 张绍铃, 曹玉芬等. 不同栽培种梨果实中可溶性糖组分及含量特征[J]. 中国农业科学, 2010, 43(20): 4229-4237.
YAO G F, ZHANG S L, CAO Y F, et al. Characteristics of components and contents of soluble sugars in pear fruits from different species[J]. Scientia agricultura Sinica, 2010, 43(20): 4229-4237.
- [18] SHAMS M A, THOMPSON D R. Quantitative determination of pea losses as affected by conventional water blanching[J]. Journal of food science, 2010, 52(4): 1006-1009.
- [19] MORGAN M J, SONIA O, BERNADETTE G, et al. Metabolic engineering of tomato fruit organic acid content guided by biochemical analysis of an introgression line[J]. Plant physiology, 2013, 161(1): 397-407.
- [20] QIONG L, CHENGYANG W, WENCHENG D, et al. Transcriptome and metabolome analyses of sugar and organic acid metabolism in Ponkan (*Citrus reticulata*) fruit during fruit maturation[J]. Gene, 2015, 554(1): 64-74.
- [21] 陈发兴, 刘星辉, 陈立松. 果实有机酸代谢研究进展[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 526-531.
CHEN F X, LIU X H, CHEN L S. Advance in research on organic acid metabolism in fruit[J]. Journal of fruit science, 2005, 22(5): 526-531.