

热水处理对鲜切石榴籽粒贮藏品质、抗氧化能力及微生物变化的影响

王 琼, 初丽君, 王 敏, 寇莉萍

(西北农林科技大学 食品学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以石榴为试材,采用热处理法,研究了不同处理条件对保鲜期间鲜切石榴籽粒贮藏品质、抗氧化能力及微生物变化的影响。结果表明:鲜切石榴籽粒经过 40℃ 10 min、45℃ 6 min、50℃ 4 min 的热处理,其中 50℃ 4 min 的热处理能够提高石榴籽粒可溶性固形物含量,减轻石榴籽粒贮藏期间的质量损失,提高石榴籽粒的抗氧化活性,抑制霉菌酵母的生长繁殖,使得石榴籽粒保持较好的感官品质,延缓石榴籽粒的衰老进程。

关键词:热处理;鲜切石榴籽粒;贮藏

中图分类号:S 665.409⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0106-05

石榴(*Punica granatum*)属石榴科石榴属多年生落叶果树、灌木或小乔木,别名安石榴、若榴、丹若等^[1]。石榴籽粒中含有丰富的营养物质,包括黄酮、鞣质、生物碱、有机酸和多元酚等;其中多元酚是一种有效的天然抗氧化剂,具有延缓衰老、预防粥样硬化、减缓癌变进程的作用。此外,石榴中所含维生素 C 含量是苹果、梨的 1~2 倍^[2]。

在中国,石榴一般以鲜果的形式食用,但是石榴在采摘运输过程中,果皮容易出现机械损伤,从而造成不同程度的果皮褐变,且随着货架期的延长,石榴褐变程度逐渐加大,极大程度上影响了石榴的商品价值,但是其内部籽粒仍旧完好无损,仍旧保持较好的外观及食用品质。因此,对石榴进行鲜切加工很有必要。鲜切水果是指新鲜水果经分级、清洗、去皮、修整、切分、包装等处理后,加工成供消费者及餐饮业立即食用的产品。目前鲜切技术已广泛应用于黄瓜、苹果^[3]、番茄、柑橘、胡萝卜

等果蔬中,而对石榴籽粒进行鲜切加工的研究却鲜有报道。经过鲜切后的石榴籽粒容易受外界环境的影响,不易保存,因此,对鲜切石榴籽粒进行贮藏前的处理很有必要。

热处理是指将贮藏前的果蔬置于适当温度下处理一段时间,目的是杀死或抑制某些病原菌的活力,减少贮藏过程中冷害的发生,降低腐烂率,达到保鲜并延长果蔬贮藏时间的效果^[4-5]。热处理因其无毒、无害、无化学残留的独特优势,已广泛应用于四季桔、苹果、草莓、黄瓜、桃等果蔬中。常见的热处理技术有热蒸汽法、热水法、热空气法^[6]。该试验采用热水法研究了不同处理条件对鲜切石榴籽粒品质的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为陕西省临潼区净皮甜石榴,产自临潼区代王镇某石榴园。当天采摘后运输至实验室,在 6℃ 预冷 3 d 后,挑选大小一致、无机械损伤、无病虫害的完全成熟的果实,将挑选后的果实放入 4℃ 的冷库中储存。选取在冷库中贮存 66 d 后的完整、无腐烂、无破损,褐变面积大体一致的石榴作为试验材料。

供试仪器:WHY 手持糖度计(泉州光学仪器厂),DDSJ-308A 电导率仪(上海精密科学仪器有限公司);

第一作者简介:王琼(1991-),女,硕士研究生,研究方向为果蔬贮藏与加工。E-mail:wangqiong187@139.com

责任作者:寇莉萍(1972-),女,博士,副教授,研究方向为果蔬贮藏与加工。E-mail:kouliping@nwsuaf.edu.cn

收稿日期:2015-09-24

symptom was the most common in seed zucchini planting areas. The four viruses were detected by PCR which was cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus (WMV) and papaya ringspot virus (PRSV-W). The total detection rate of CMV, ZYMV, WMV and PRSV-W were 33.3%, 84.8%, 75.8% and 21.2%, respectively. In the field, all of the samples were infected with 2 or more viruses with the rate of 66.7%, and the mixed infection of ZYMV and other viruses (CMV, WMV, CMV+WMV+PRSV-W) were the crucial problem in seed zucchini.

Keywords: seed zucchini; molecular detection; virus disease; mixed infection

UV-2550 紫外分光光度计、UV-1240 紫外分光光度计(日本岛津公司)。

供试试剂: • DPPH 自由基(1,1-二苯基-2-苦肟基)(美国 Sigma 公司);福林(FC)试剂^[7]、一水合没食子酸、硫酸亚铁、水杨酸、氯化钾、碳酸钠、无水乙醇等均为国产分析纯。

1.2 试验方法

石榴经清洗、消毒、常温下自然晾干后,手工剥皮切分,获得石榴籽粒。石榴籽粒随机分为 4 组,每组石榴籽 90 g 左右;其中 3 组进行热处理,热水处理条件分别为 40℃ 10 min、45℃ 6 min、50℃ 4 min;未经热处理的石榴籽粒作为对照组。将处理后的石榴籽粒从热水中取出,常温下自然晾干,装入厚度为 0.03 mm 的聚乙烯保鲜袋中并热封口,对照组的石榴籽直接装入聚乙烯保鲜袋中封口,每组试验设 3 个重复。密封好的石榴籽粒放于 0℃ 环境中贮藏,贮藏期间,每 5 d 测定 1 次指标。

1.3 项目测定

1.3.1 鲜切石榴籽粒贮藏品质的测定 失重率(%)=(贮藏前石榴籽的重量-贮藏后石榴籽的重量)/贮藏前石榴籽的重量×100。可溶性固形物含量(SSC)采用 WHY 手持糖度计测定;pH 值采用 pH 计测定;细胞膜透性参照 MCCOLLUM 等^[8]方法测定,并在此基础上略微改动;感官品质的测定,根据鲜切石榴籽粒的外观品质、不良风味和偏好性 3 方面由 6 位经过培训的评价员进行打分,评分标准如下^[9],外观品质评价:9=品质完好(光泽鲜亮,无褐变腐烂);7=品质较好(光泽轻微黯淡,无褐变腐烂);5=品质一般(黯淡无光,轻微褐变,无腐烂);3=品质较差(没有光泽,褐变明显,稍有腐烂);1=品质极差(腐烂变质)。不良风味评价:4=严重异味;3=异味较浓;2=异味明显;1=轻微异味;0=无异味。偏好性评价:9=特别喜欢;7=中等喜欢;5=既不讨厌也不喜欢;3=中等不喜欢;1=特别不喜欢。

1.3.2 鲜切石榴籽粒抗氧化能力指标测定 总酚含量采用福林酚比色法^[10]测定。花色苷含量采用 pH 差示法^[11]测定。• DPPH 自由基清除力参照 LOU 等^[12]的方法测定。• OH 自由基清除力参照徐向荣等^[13]的方法测定,并在此基础上略有改动。

1.3.3 鲜切石榴籽微生物指标测定 菌落总数根据《GB 4789.2-2010 食品微生物学检验》测定。霉菌和酵母数根据《GB 4789.15-2010 食品微生物学检验》测定。

1.4 数据分析

采用 Minitab 16.2.3 软件进行数据统计及统计分析,采用 Excel 软件进行绘图,采用 Tukey'S 新复极差法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 热处理对鲜切石榴籽粒质量品质的影响

2.1.1 热处理对鲜切石榴籽粒失重率的影响 在贮藏

期间,果蔬逐渐失去水分等营养物质,使得失重率不断加大。大量研究表明,适宜的热处理可有效降低果蔬贮藏中的失重率,该方法广泛应用于甜瓜^[14]、草莓^[15]、黄皮果实^[16]等果蔬中。由图 1(a)可知,石榴籽粒贮藏期间,失重率呈现先减小后增大的趋势。40℃ 10 min、45℃ 6 min 热处理组的失重率在整个贮藏期间与对照组无显著性差异($P>0.05$);50℃ 4 min 热处理组的失重率在贮藏第 10 天显著低于对照组($P<0.05$)。随着贮藏时间的增加,对照组及热处理组的失重率处于逐渐增加的趋势,且在增加的过程中,50℃ 4 min 热处理组的失重率一直低于对照组。由此可知,50℃ 4 min 热处理能够有效减缓石榴籽粒失重率的升高。其原因可能是由于热处理使得果实表面蜡质融化,堵塞果蔬气孔,降低了水分的蒸腾作用^[17]。

2.1.2 热处理对鲜切石榴籽粒可溶性固形物(SSC)含量的影响 由图 1(b)可知,40℃ 10 min 热处理组的 SSC 含量在整个贮藏期间与对照组无显著性差异;45℃ 6 min 热处理组的 SSC 含量在第 20 天显著低于对照组($P<0.05$);50℃ 4 min 热处理组的 SSC 含量在第 5、15

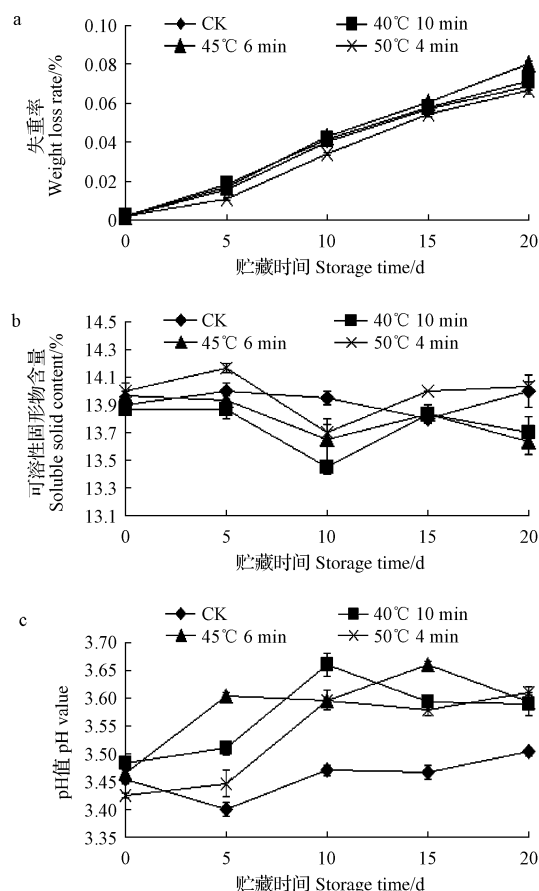


图 1 热处理对石榴籽粒失重率(a),可溶性固形物含量(b)和 pH 值(c)的影响

Fig. 1 Effect of heating treatment on weight loss rate(a), soluble solid content(b) and pH value (c) of pomegranate seeds

天显著高于对照组。在整个贮藏期之间,热处理组的 SSC 含量呈现先下降后上升的趋势,贮藏第 10 天,SSC 含量达到最低,随后开始上升,SSC 含量变化过程中,50℃ 4 min 热处理组 SSC 含量一直高于对照组。由此可知,50℃ 4 min 热处理组能减缓贮藏期内 SSC 含量的下降,保持了石榴籽粒的特殊风味。该结果与张福平等^[16]的研究结果一致。

2.1.3 热处理对鲜切石榴籽粒 pH 值的影响 由图 1(c)可知,石榴籽粒贮藏期间,pH 值总体呈现增大的趋势。40℃ 10 min、45℃ 6 min 热处理组的 pH 值在整个贮藏期间显著高于对照组($P < 0.05$);除贮藏第 5 天,50℃ 4 min 热处理组的 pH 值与对照组无显著差异($P > 0.05$),其余时间,都显著高于对照组。在贮藏期结束时,3 组热处理组 pH 值均高于对照组,但是热处理组之间无显著性差异。经过热处理后的石榴籽粒其 pH 值高于对照组,其原因可能是由于热处理促进了石榴籽粒内部有机酸的代谢^[18]。

2.1.4 热处理对鲜切石榴籽粒细胞膜透性的影响 通过细胞质膜,石榴籽粒细胞与外界环境之间一切物质交换,细胞膜透性变得愈大,表示受害愈重,抗性愈弱,反之则抗性愈强^[19]。由图 2 可知,石榴籽粒贮藏期间,相对电导率总体呈现先减小后增大的趋势。在贮藏前 10 d 内,40℃ 10 min、45℃ 6 min 和 50℃ 4 min 热处理组的相对电导率与对照组无显著性差异($P > 0.05$),且 4 组之间的变化趋势相同,并在第 5 天达到最低峰;在贮藏第 15 天,40℃ 10 min、45℃ 6 min 和 50℃ 4 min 热处理组的相对电导率显著高于对照组($P < 0.05$);贮藏期结束时,45℃ 6 min 和 50℃ 4 min 热处理组的相对电导率显著高于另外 2 组,将 40℃ 10 min 热处理组和对照组电导率进行比较,二组的相对电导率分别为 3.19% 和 3.14%,二组之间无显著性差异($P > 0.05$)。由此可知,经过热处理后的石榴籽粒,其细胞膜遭到破坏,从而导致透性增大,相对电导率增大,且随着热处理温度的增加,细胞膜被破坏程度增强。

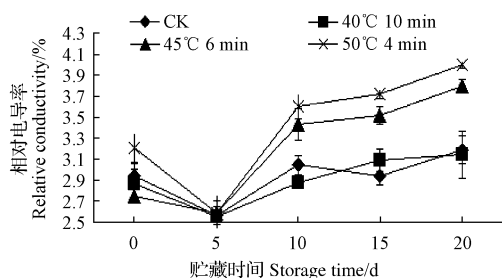


图 2 热处理对石榴籽粒相对电导率的影响

Fig. 2 Effect of heating treatment on relative conductivity of pomegranate seeds

2.1.5 感官评价 由表 1 可知,经热处理的石榴籽粒,其感官评价得分都高于对照组。50℃ 4 min 处理组得分最高;对照组贮藏 10 d 后品质下降较快,贮藏第 20 天时,石榴籽粒有轻微褐变,产生不良风味,消费者无法接受;40℃ 10 min 和 45℃ 6 min 热处理组不良风味轻微;50℃ 4 min 热处理组不产生不良风味,仍然保持较好的食用品质。由此可知,50℃ 4 min 热处理可使石榴籽粒在贮藏中保持良好的感官及食用品质。

表 1 感官评价

项目	处理	贮藏时间 Storage time/d				
Item	Treatment	0	5	10	15	20
外观品质	CK	8.9	7.9	7.3	5.8	5.1
	40℃ 10 min	8.9	8.1	7.6	6.5	5.8
	45℃ 6 min	8.9	8.0	7.6	6.7	5.7
	50℃ 4 min	8.9	8.3	7.9	7.1	6.3
不良风味	CK	0.0	0.0	1.0	1.6	2.0
	40℃ 10 min	0.0	0.0	0.6	0.8	1.0
	45℃ 6 min	0.0	0.0	0.5	0.9	1.0
	50℃ 4 min	0.0	0.0	0.0	0.3	0.5
偏好性	CK	9.0	8.0	6.9	6.2	4.0
	40℃ 10 min	9.0	8.3	7.2	6.2	5.7
	45℃ 6 min	9.0	8.3	7.3	6.3	5.5
	50℃ 4 min	9.0	8.4	7.5	6.8	6.0

2.2 热处理对鲜切石榴籽粒总抗氧化能力指标的影响

2.2.1 热处理对鲜切石榴籽粒总酚含量的影响 石榴多酚是一类具有多酚羟基化合物的总称,具有抗氧化、抗衰老、抗癌防癌、抗菌、润肤美容、降血压和预防心脑血管疾病等多种生理和药理活性^[20]。由图 3(a)可知,石榴籽粒贮藏期间,总酚含量总体呈现先减小后增大的趋势。50℃ 4 min 热处理组在贮藏第 15 天显著高于对照组($P < 0.05$);45℃ 6 min 和 40℃ 10 min 热处理组在贮藏第 5、15 天内总酚含量与对照组相比,有显著性差异;但随着贮藏期的结束后,各组之间无显著性的差异($P > 0.05$)。由此可知,在贮藏过程中,40℃ 10 min、45℃ 6 min 和 50℃ 4 min 热处理对石榴籽粒总酚含量的影响较小。

2.2.2 热处理对鲜切石榴籽粒花色苷含量的影响 REVITAL 等^[21]研究表明,石榴果肉汁的抗氧化活性与多酚及花色苷含量具有显著的正相关性。所以,石榴籽粒的抗氧化性可以通过测定多酚及花色苷的含量进行判断。由图 3(b)可知,贮藏前期,石榴籽粒内的花色苷含量均呈现先减小后增大的趋势;贮藏后期,经热处理后的花色苷变化趋势呈现先增大后减小的趋势,而对照组的变化趋势正好相反,呈现先减小后增大的趋势。在贮藏期间,40℃ 10 min 热处理组的花色苷含量与对照组相比,无显著性差异($P > 0.05$);贮藏第 20 天(贮藏期结束),45℃ 6 min、50℃ 4 min 热处理组的花色苷含量显著高于对照组($P > 0.05$),2 个热处理组间虽无显著性差异,但 50℃ 4 min 热处理组的花色苷含量高于 45℃ 6 min 处

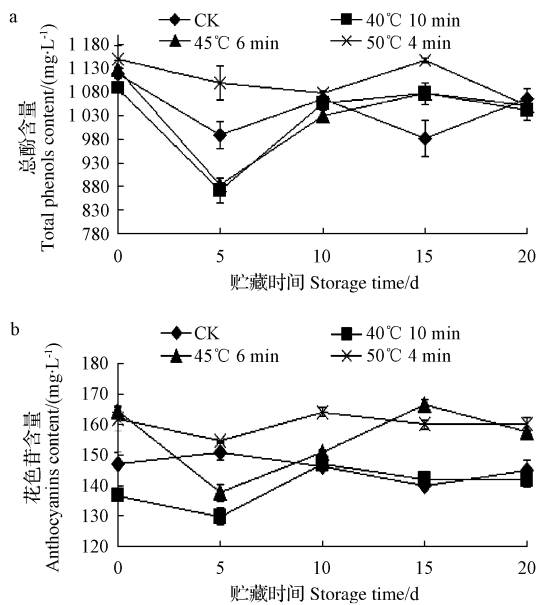


图3 热处理对总酚(a)、花色苷(b)含量的影响

Fig. 3 Effect of heating treatment on the content of total phenols(a), anthocyanins(b)

理组。由此可知,50°C 4 min 热处理组能够显著提高石榴籽粒贮藏期间花色苷含量,与 MIRDEHGHAN 等^[22]和 ARTES^[23]的研究结果相一致。

2.2.3 热处理对石榴籽粒·DPPH自由基清除能力的影响 由图 4(a)可知,在整个贮藏期间,50°C 4 min 热处理组的·DPPH自由基的清除率显著高于 45°C 6 min,40°C 10 min 热处理组及对照组($P < 0.05$),经过

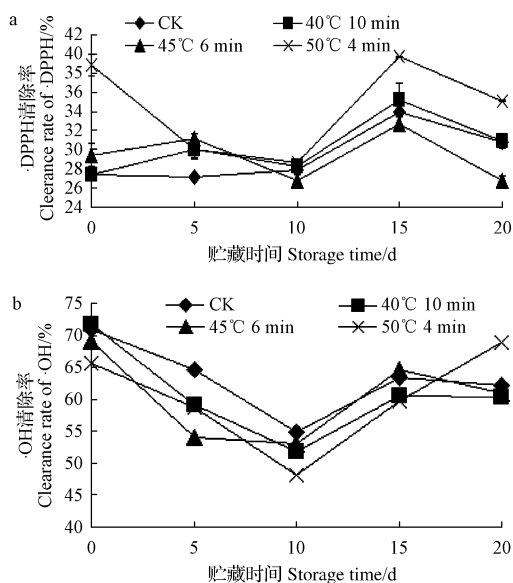


图4 热处理对·DPPH自由清除率(a)和·OH自由清除率(b)的影响

Fig. 4 Effect of heating treatment on the clearance rate of ·DPPH(a) and ·OH(b)

50°C 4 min 热处理后,石榴籽粒的·DPPH自由基清除率迅速升高,并且在贮藏第5天后,50°C 4 min 热处理的变化趋势与其余3组保持一致。40°C 10 min 热处理组的·DPPH清除率,除贮藏第5天显著高于对照组外,剩余时间与对照组无显著性差异($P > 0.05$);45°C 6 min 热处理组的·DPPH清除率,在贮藏第5、10天显著高于对照组。由此可知,50°C 4 min 热处理能够显著提高石榴籽粒中·DPPH自由基清除能力,与 MIRDEHGHAN 等^[22]的研究结果相一致。

2.2.4 热处理对石榴籽粒·OH自由基清除能力的影响 ·OH等含氧自由基在人体内通过氧化作用,直接损伤人体内部的生物大分子及生物膜,从而导致细胞衰老、死亡、癌变等疾病的产生^[24]。由图 4(b)可知,石榴籽粒贮藏期间,·OH自由基清除率呈现先减小后增大的趋势,且在贮藏第10天,达到最小值。在整个贮藏期间,热处理组及对照组无显著性差异($P > 0.05$);但在贮藏结束后,50°C 4 min 热处理组与对照组相比,·OH自由基清除能力提高了2%。由此可知,50°C 4 min 热处理较小程度上提高了石榴籽粒中·OH自由基的清除能力。其原因可能是因为50°C作用下,·OH自由基氧化过程中某些酶失活,从而减小了·OH自由基氧化能力。

2.3 热处理对鲜切石榴籽粒中微生物的影响

由图 5可知,石榴籽粒贮藏期间,随着贮藏时间的增加,石榴籽粒的菌落总数及霉菌酵母菌总数逐渐增加。由图 5(a)可知,40°C 10 min、45°C 6 min 和 50°C 4 min 热处理组的菌落总数在整个贮藏期间与对照组无显著性差异($P > 0.05$);由图 5(b)可知,贮藏第5天直至贮藏期结束,热处理组的霉菌和酵母总数显著低于对照组($P < 0.05$),贮藏期结束,50°C 4 min 热处理后与 40°C 10 min、

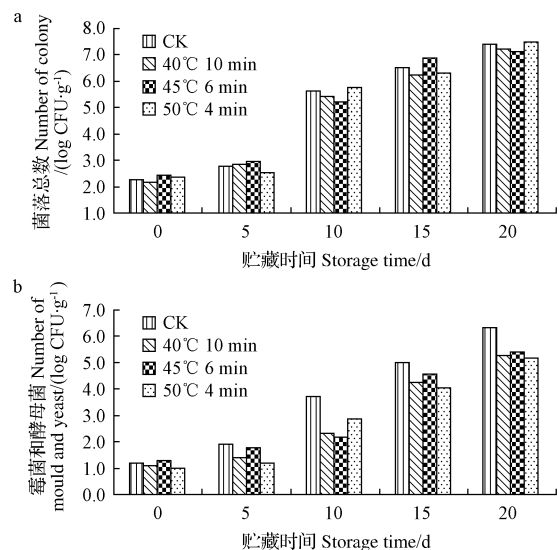


图5 热处理对微生物数量的影响

Fig. 5 Effect of heating treatment on microbial quality

45℃ 6 min 热处理组相比,被霉菌和酵母菌感染数目较少。由此可知,热处理有效抑制了石榴籽粒中霉菌和酵母的生长繁殖,50℃ 4 min 热处理抑制了石榴籽粒中霉菌及酵母菌的生长。

3 结论

在石榴籽粒贮藏品质方面,50℃热水处理 10 min 减少了鲜切石榴籽粒失重程度,增加了鲜切石榴籽粒可溶性固形物含量,在贮藏过程中保持良好的感官及食用品质。延长鲜切石榴籽粒的贮藏时间,保持其风味品质,提高其经济效益;在石榴总的抗氧化性方面,50℃热水处理 10 min 可以提高石榴籽粒内花色苷含量,增强 ·DPPH 及 ·OH 自由基的清除能力,从而很大程度上增强了鲜切石榴籽粒的抗氧化能力,显著抑制了贮藏过程中衰老、腐败现象的发生;除此之外,50℃热水处理 10 min 对霉菌及酵母菌起到了一定程度的抑制作用,因此,热水处理在鲜切石榴籽粒的贮藏中具有潜在的应用价值。

然而,热水处理对鲜切石榴籽粒生理的影响是复杂的、多方面的,该试验仅从抗氧化能力、质量品质等方面对鲜切石榴籽粒进行了研究,为保证试验的准确及全面性,课题组将在该结论的基础上,在细胞分子水平,对鲜切石榴籽粒进行热处理方面的研究,为石榴籽粒的贮藏提供更加具体、可靠的方法。

参考文献

- [1] 任平,阮祥稳,秦涛,等.石榴资源的开发利用[J].食品研究与开发,2005,26(3):118-119.
- [2] 武云亮.石榴资源的开发利用与产业化发展[J].资源开发与市场,1995,15(4):208-209.
- [3] ROBERT C, SOLIVA-FORTUNY, et al. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits; a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 1(4): 341-344.
- [4] 梁志宏,吕英忠.采后热处理技术在果蔬保鲜中的应用[J].农产品加工(综合刊),2013(9):38-39.
- [5] 李香玉,张新华,李富军,等.采后热处理影响果蔬贮藏品质机理的研究进展[J].北方园艺,2011(5):204-206.
- [6] 孔祥佳,郑俊峰,林河通,等.热处理对果蔬贮藏品质和采后生理的影响及应用[J].包装与食品机械,2011,29(3):34-36.
- [7] 徐辉艳,孙晓东,张佩君,等.红枣汁中总酚含量的福林法测定[J].食品研究与开发,2009,30(3):126-128.
- [8] MCCOLLUM T G, DOOSTDAR H, MAYER R T, et al. Immersion of cucumber fruit in heated water alters chilling-induced physiological changes[J]. Postharvest Biology and Technology, 1995(6):55-60.
- [9] MEILGAARD M, CIVILLE G, CARR B. Sensory evaluation techniques[M]. 2nd ed. Boca Raton, Fla: CRC Press Inc, 1991:354.
- [10] 卜彦花,周娜娜,王春悦,等.福林酚试剂法和紫外分光光度法测定冬枣多酚含量的比较研究[J].中国农学通报,2012,28(1):213-215.
- [11] GIUSTI M M, WROLSTAD R E. Unit F1. 2: Anthocyanins, characterization and measurement with UV-visible spectroscopy[A]. In: Wrolstad R E. Current Protocols in Food Analytical Chemistry [M]. New York: John Wiley & Sons, 2001:1-7.
- [12] LOU S N, LIN Y S, HSU Y S, et al. Soluble and insoluble phenolic compounds and antioxidant activity of immature calamondin affected by solvents and heat treatment[J]. Food Chemistry, 2014, 161:246-253.
- [13] 徐向荣,王文华,李华斌.比色法测定 Fenton 反应产生的羟自由基及其应用[J].生物化学与生物物理进展,1999,26(1):67-68.
- [14] 袁莉,毕阳木,葛永红,等.采后热处理对厚皮甜瓜贮藏品质的影响[J].食品科学,2010,31(20):422-424.
- [15] 张子德,马俊莲.草莓采后热处理保鲜效应研究[J].河北农业大学学报,1994,17(3):107-109.
- [16] 张福平,林晓萍.热水处理对黄皮果实贮藏品质的影响[J].农业工程学报,2009,25(4):300-302.
- [17] FALLIK E. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 32(2):125-134.
- [18] 樊爱萍,鲁丽香,刘卫.采后热处理对蒙自石榴贮藏品质的影响[J].红河学院学报,2014,12(5):16-18.
- [19] 田密霞,胡文忠,姜爱丽,等.不同温度热水处理对鲜切皇冠梨生理生化的影响[J].食品工业科技,2008,29(8):261-262.
- [20] 李志洲,刘军海.石榴皮中多酚类物质的提取及其抗氧化性研究[J].食品与发酵,2009,35(11):152-154.
- [21] REVITAL T, IRA G, IGAL B I, et al. Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions [J]. J Agric Food Chem, 2007, 55:9559-9560.
- [22] MIRDEHGHAN S, RAHEMI M, SERRANO M, et al. Prestorage heat treatment to maintain nutritive properties during postharvest cold storage of pomegranate[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54:8495-8500.
- [23] ARTES H F. Quality and enhancement of bioactive phenolics in Cv. Napoleon table grapes exposed to different postharvest gaseous treatments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51:5290-5295.
- [24] 刘宇,刘春泉,庄世文,等.鹰嘴豆肽清除自由基作用的研究[J].食品科技,2008,34(3):173-174.

Effect of Heating Treatment on Ready-to-eat Pomegranate Arils Processed After Long-term Storage

WANG Qiong, CHU Lijun, WANG Min, KOU Liping

(Food Science College, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Taking pomegranate as test materials, the effect of heating treatment on ready-to-eat pomegranate seeds was investigated. The results showed that heating treatment (50℃ 4 min) improved the values of pH and SSC, maintained a significantly lower relative weight loss rate, improved the antioxidant activity and reduced the mould. Thus, heating treatment (50℃ 4 min) maintained good quality of pomegranate seeds.

Keywords: heating treatment; ready-to-eat pomegranate seeds; storage