

金佳幸, 张海娟, 岳华岭, 等. 金刺梨原汁脱涩及其与梨-南瓜复配果蔬汁的研制 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(16): 255-262. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110290

JIN Jiaying, ZHANG Haijuan, YUE Hualing, et al. Research on Destringency of Raw Chestnut Rose Juice and Preparation of Its Blended Fruit-Vegetable Juice with Pear and Pumpkin[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(16): 255-262. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110290

· 工艺技术 ·

金刺梨原汁脱涩及其与梨-南瓜复配果蔬汁的研制

金佳幸¹, 张海娟², 岳华岭², 宋 琰², 张红霞¹, 廖红梅^{1,2,*}

(1. 安顺学院, 贵州省教育厅金刺梨研究与开发工程研究中心, 贵州安顺 561000;

2. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘要:目的: 解决金刺梨原汁口感酸涩, 开发口感良好、酸甜适口且稳定性高的金刺梨复配果蔬汁。方法: 首先采用明胶吸附或 β -环糊精包埋法进行原汁脱涩处理, 其次拟采用鲜榨梨汁和南瓜浆进行复配, 并进行巴氏杀菌条件优化。结果: 加入 0.5% 明胶可使金刺梨原汁中单宁脱除率达到 63.00%。根据感官评价结果和基本理化指标, 确定复配果蔬汁的优化配比为金刺梨汁: 梨汁: 南瓜浆体积比为 34:40:26; 在 85 °C 下处理 3 min 能够使复配汁中细菌总数降至 1.38 lg CFU/mL, 酵母和霉菌未检出 (<1 CFU/mL); 其可溶性固形物含量、总酸含量分别下降了 2.33% 和 5.98%, 超氧化物歧化酶 (SOD) 保存率为 67.8%, 还原型维生素 C (V_C) 和总 V_C 的保留率分别为 78.72% 和 80.30%; 但热处理后复配果汁发生了一定程度褐变。结论: 通过对金刺梨原汁进行脱涩及果蔬汁复配得到酸甜适度的金刺梨复配果蔬汁, 可为金刺梨的深加工提供技术参考。

关键词: 金刺梨原汁, 脱涩, 复配果蔬汁, 巴氏杀菌

中图分类号: TS201.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2022)16-0255-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021110290



本文网刊:

Research on Destringency of Raw Chestnut Rose Juice and Preparation of Its Blended Fruit-Vegetable Juice with Pear and Pumpkin

JIN Jiaying¹, ZHANG Haijuan², YUE Hualing², SONG Yan², ZHANG Hongxia¹, LIAO Hongmei^{1,2,*}

(1. Research and Development Engineering Research Center of *Rosa kweichonensis* var. *sterilis* of Guizhou Provincial Education Department, Anshun University, Anshun 561000, China;

2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Objective: To solve the problem of sour taste in raw chestnut rose juice, and to develop its blended fruit-vegetable juice with good taste quality, sweet and sour taste and high stability. Methods: The raw chestnut rose juice was first destringented with gelatin adsorption or β -cyclodextrin embedding, and then it was blended with freshly prepared pear juice and pumpkin pulp, finally the pasteurization parameters of blended fruit-vegetable juice were optimized. Results: By adding 0.5% gelatin, the tannin removal rate of raw chestnut rose juice could reach 63.00%. According to the sensory evaluation results and basic physical and chemical indexes, the optimal ratio of compound fruit and vegetable juice was determined as follows: The volume ratio of golden thorn pear juice:pear juice:pumpkin pulp was 34:40:26. As the blended fruit-vegetable juice was subjected to pasteurization at 85 °C for 3 min, total viable bacteria of it was 1.38 lg CFU/mL, and the counts of yeasts and molds were under the detect limitation (<1 CFU/mL). There were 2.33% and 5.98% reduction of soluble solid content and total acid of the blended juice, respectively. And 67.8% superoxide dismutase

收稿日期: 2021-11-24

基金项目: 贵州省教育厅金刺梨研究与开发工程研究中心 (黔教合 KY 字 [2018]008); 国家重点研发计划项目 (2017YFD0400703-3)。

作者简介: 金佳幸 (1991-), 女, 硕士, 研究方向: 农产品加工, E-mail: 1249442210@qq.com。

* 通信作者: 廖红梅 (1983-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 食品加工, E-mail: hmeiliao@jiangnan.edu.cn。

was retained. The retention rates of reduced vitamin C (V_C) and total V_C were 8.72% and 80.3%, respectively. However, a viable browning of blended juice occurred after pasteurization. Conclusion: A blended chestnut rose fruit-vegetable juice with good taste and high nutritional value was developed by destringency treatment of raw cloudy juice and further more blending with proper fruit-vegetable juice or pulp. The obtained results would provide primary technical suggestions for the deep processing of chestnut rose juice in the future.

Key words: raw chestnut rose juice; destringency; blended fruit-vegetable juice; pasteurization

金刺梨为无籽刺梨的果实,源产于贵州省安顺市,目前在毕节市、黔南州和六盘水等地亦多有种植,为贵州省特色植物资源^[1-2]。与刺梨相较,二者同属于蔷薇科蔷薇属,富含维生素C、多糖、超氧化物歧化酶、氨基酸、有机酸、酚类和黄酮,在健康食品、保健食品和医药方面具有较大的发展潜力^[3-4];但金刺梨果实表皮刺较少或无刺、果肉厚实、大多数果实内部无种子,其基本组成在糖、酸和单宁等多方面与刺梨果实差异较大^[5]。金刺梨研究起步较晚,目前国内产品主要有金刺梨汁、金刺梨酒、金刺梨酥和金刺梨果酱等^[6],对其精深加工还有很大的发展空间。

金刺梨原汁在加工前若不进行预处理,口感较酸涩,主要是由于其中含有1.53%单宁^[7],饮用时单宁与唾液蛋白相互作用产生涩味^[8]。张瑜等^[9]通过电子舌技术确定了在刺梨汁中加入0.12%单宁酶,经45℃下加热100min后添加0.015%三氯蔗糖可以有效脱除涩味。单宁脱除方法包括吸附法和包埋法。例如可利用明胶或壳聚糖与单宁分子中的活性基团进行絮凝反应产生沉淀进而脱除^[1]。伍亚华等^[10]利用明胶吸附脱除宣木瓜果汁中的单宁,结果表明35℃下添加质量分数为1.5%的明胶吸附30min后所得果汁脱涩效果最好,单宁脱除率为62.3%。包埋法主要是利用包埋剂与单宁形成络合物从而达到降低其含量的效果。例如,徐国胜等^[11]发现在45℃下添加质量分数为0.5%的 β -环糊精处理90min对柑橘类果汁脱苦效果最佳。此外,本实验室前期研究以安顺市金刺梨为原料制备原汁,经测定原汁中可滴定酸高达1.77%、pH为2.85,口感酸涩。为了提高其适口性,可考虑在脱涩的基础上与其他果蔬汁进行复配。

果蔬复合汁是指以两种及以上果蔬汁为原料,并按一定比例混合调配而成,其风味独特、营养丰富^[12]。目前已有少量研究报道刺梨复合果汁或饮料的加工。例如,邓毅等^[13]以刺梨汁15%、蜂胶提取液6%、柠檬酸0.1%、蔗糖9%、0.25%复合稳定剂制备饮料,产品风味较好、颜色呈浅黄色、酸甜适口、无分层及沉淀现象。但由于该研究仅进行感官评价,未测定理化指标等,难以有效量化地反映产品品质。刘翰飞等^[14]将无籽刺梨和有籽刺梨原汁进行调配,当两者体积比为3.5:6.5、并添加质量分数为5%的冰糖时制得复合型刺梨饮料呈现明亮的黄色、澄清、酸甜可口,且风味独特。

本文以金刺梨为原料,针对原汁口感酸涩的问

题,拟采取先脱涩处理,再辅以南瓜浆和酥梨汁进行复配优化,制备金刺梨复合果蔬汁。砀山梨味甜多汁,能够改善金刺梨汁酸味大的问题^[15]。南瓜富含南瓜多糖、纤维素、氨基酸、蛋白质及维生素等多种营养成分^[16],且其中果胶含量较高可改善浊汁稳定性^[17]。将酥梨汁、南瓜浆与金刺梨汁进行复配有助于研制出口感更好的复合果蔬饮料,为金刺梨的深加工及发展提供理论和技术支持。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

金刺梨果实 产自贵州省毕节市,2020年9月底~10月初采摘,取黄色或金黄色无病虫害鲜果,冷链运输至实验室后,经分级筛选去除碰伤果和果柄果叶等,置于-20℃冷冻保藏;密本老南瓜、砀山酥梨 本地超市;果胶酶(Pectinex,酶活力100000 U/mL) 上海嘉衡生物技术有限公司;食品级 V_C ($\geq 99.9\%$) 上海皓尘生物科技有限公司; β -环糊精 河南千志食品有限公司;明胶(食品级) 河南丰华生物科技有限公司;硫酸、氢氧化钠、高锰酸钾、硫脲、草酸、葱酮、葡萄糖、2,4-二硝基苯肼、2,6-二氯酚、L(+)-抗坏血酸等 AR级试剂,国药集团化学试剂有限公司;活性炭 上海泰坦科技股份有限公司;超氧化物歧化酶(SOD)测定试剂盒 南京建成生物工程研究所。

SRQ-7316型多功能破壁料理机 广东中山市速热奇电器有限公司;SQP型电子天平 赛多利斯科学仪器有限公司;JHG-54-P100型高压均质机 上海普丽盛融合机械设备有限公司;DV-II+PRO型旋转粘度计 美国Brookfield公司;UV mini-1240紫外分光光度计 岛津仪器苏州有限公司;HH-2型电热恒温水浴锅 江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司;5805DL型高速离心机 德国Eppendorf公司;DELTA 320型pH计 美国梅特勒-托利多集团;3840-E16型糖度仪 日本Atago公司。

1.2 实验方法

1.2.1 金刺梨复配果蔬汁的制备

1.2.1.1 制备工艺流程 金刺梨复配果蔬汁按照图1所示工艺流程制备:

金刺梨→解冻→清洗→热烫→打浆→酶解→过滤→脱涩
南瓜→清洗→去皮→蒸煮→打浆
酥梨→清洗→去皮→打浆→过滤

调配→均质→杀菌→灌装

图1 金刺梨复配果蔬汁制备工艺流程

Fig.1 Preparation process of blended chestnut rose juice

1.2.1.2 操作要点 金刺梨汁:金刺梨果实(-20 ℃冻藏)经解冻(4 ℃、8 h)后,挑选黄色或金黄色成熟饱满的果实,流动自来水冲洗;随后将果实于 95 ℃水浴中热烫 30 s,立即破碎打浆(1000 r/min)得到果浆;在果浆中添加 0.1%(m/m)果胶酶,于 40 ℃下酶解 1 h,经过 120 目筛后收集汁液,得到金刺梨原汁。

南瓜汁:新鲜密本老南瓜经自来水清洗后去皮蒸熟,冷却后经高速(2000 r/min)打浆得到南瓜浆。

梨汁:选用砀山酥梨制备梨汁。经清洗去皮后打浆,过 80 目筛后收集梨汁并加入 1%食品级 V₀护色,得到梨汁。

复配果蔬汁:果蔬汁经调配后在 20 MPa 下均质 2 次,经高温短时杀菌后立即装瓶置于 4 ℃冷藏,4 h 内完成后续相关实验。

1.2.2 金刺梨原汁中单宁的脱除

1.2.2.1 β-环糊精包埋法 分别添加 0.4%、0.5%、0.6% 和 0.7% β-环糊精于金刺梨原汁中,于室温下搅拌 60 min 后 80 目过滤。

1.2.2.2 明胶吸附法 分别添加 0.3%、0.4%、0.5%、0.6% 和 0.7% 明胶于金刺梨原汁中,以食用碱调整 pH 为 4.0,40 ℃下吸附 30 min,间断式搅拌使明胶溶解^[11],再于 80 目过滤去除沉淀。

1.2.2.3 单宁含量测定 采用高锰酸钾滴定法^[18]测定单宁:将样品稀释至合适浓度,取待测样品液 5 mL,加入 10 mL 去离子水和 5 mL 的 2.5 mol/L H₂SO₄ 溶液,混匀后在 50 ℃水浴反应 5 min。用 KMnO₄ 溶液滴定至淡粉色并维持 30 s 不褪色即为终点,记录滴定体积。吸取样品液 5 mL,加入 3 g 活性炭和 10 mL 去离子水,加热搅拌 10 min,过滤后向滤液中加入 5 mL 的 2.5 mol/L H₂SO₄ 溶液,用 KMnO₄ 溶液滴定至淡粉并维持 30 s 不褪色,记录滴定体积。根据公式(1)计算单宁含量:

$$X = \frac{c \times (V_1 - V_2) \times 0.04157}{m} \quad \text{式 (1)}$$

式中: c—KMnO₄ 的摩尔浓度, mol/L; V₁—滴定样品消耗 KMnO₄ 的体积, mL; V₂—经活性炭吸附后滴定所消耗 KMnO₄ 的体积, mL; m—样品质量, g; 0.04157 为 1 mL 0.01 mol/L KMnO₄ 溶液相当于单宁的毫克数, mg。

1.2.2.4 单宁脱除率的计算 取 10 mL 待测果汁,室温下于 8000 r/min 离心 10 min,测定上清液中单宁含量 X₁,按公式(2)计算单宁的脱除率 η^[18]。

$$\eta = \frac{X - X_1}{X} \times 100 \quad \text{式 (2)}$$

式中: X—脱除处理前样品中单宁含量, mg/L; X₁—脱除处理后样品中的单宁含量, mg/L。

1.2.3 金刺梨复配果蔬汁的研制

1.2.3.1 复配方案设计 为研制口感良好、酸甜适口和稳定性高的金刺梨复配果蔬汁,利用梨汁中的糖赋

予甜度、南瓜浆中的果胶等物质以提高复配果蔬汁稳定性,根据预实验结果设计复配方案如表 1,拟通过感官评价和基本理化指标以确定优化的复配配方。

表 1 复配金刺梨-梨-南瓜汁中各材料的比例
Table 1 Proportion of ingredients in blended chestnut rose-pear-pumpkin juices

样品编号	复配比例(%)		
	金刺梨汁	梨汁	南瓜浆
1	20	40	40
2	28	36	36
3	34	33	33
4	42	29	29
5	50	25	25
6	34	50	16
7	34	40	26

1.2.3.2 可溶性固形物含量(SSC) 采用糖度仪测定 SSC,用滴管吸取 1~2 滴果汁于测糖仪的棱镜表面,于常温下进行读数。

1.2.3.3 pH 测定 采用 pH 计在室温下测定果汁 pH。

1.2.3.4 感官分析 邀请实验室内由 20~40 年龄段 10 人进行复配果蔬汁感官评价。参照 GB/T 31121-2014《果蔬汁类及其饮料》^[19] 拟定感官评价指标(满分 100 分计),运用综合评分法品评,具体指标见表 2。

表 2 金刺梨复配果蔬汁感官质量评分表
Table 2 Sensory quality score table of blended chestnut rose-pear-pumpkin juice

指标(分)	评价标准	评分(分)
色泽(20)	色泽不均、不明亮、呈暗黄色	<10
	色泽均一明亮、呈淡黄色	11~15
	色泽均一明亮、有金刺梨鲜亮黄色	16~20
香气(20)	无明显刺梨香味,或有异味	<10
	刺梨香味较淡	11~15
组织形态(30)	刺梨香味浓郁,且有梨汁清香	16~20
	果汁不均匀、有较多沉淀,流动性较差	<10
	果汁较为均匀、有较少沉淀,流动性较好	11~20
口感(30)	果汁均匀,无沉淀或有轻微沉淀,流动性强	21~30
	口感较差,过酸或过甜,有明显涩味	<10
	口感一般,偏酸或偏甜,微带涩味	11~20
	口感较佳,酸甜适中,无涩味	21~30

1.2.3.5 巴氏杀菌及指标测试 将优化后的样品组进行巴氏杀菌,采取高温短时工艺(85 ℃、3 min; 90 ℃、1 min; 90 ℃、3 min; 90 ℃、5 min)进行杀菌及条件优化。依照国标 GB/T 4789.2-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定》^[20] 测定细菌总数,以及国标 GB/T 4789.15-2016《食品安全国家标准食品微生物学检验霉菌和酵母计数》^[21] 测定霉菌和酵母总数。

1.2.3.6 色泽指标 采用高精度分光测色仪进行果汁色泽测定。将果汁样品倒入 1 cm 光路径比色皿

中测定 L^* 、 a^* 和 b^* 。 ΔE 根据公式(3)^[22] 计算:

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad \text{式 (3)}$$

式中: L_0^* 和 L^* 分别表示未处理样品和处理样品的亮度值; a_0^* 和 a^* 分别表示未处理样品和处理样品的红绿值; b_0^* 和 b^* 分别表示未处理样品和处理样品的黄蓝值。

1.2.3.7 可滴定酸 采用 GB 12456-2021《食品安全国家标准食品中总酸的测定》^[23] 中的 pH 计电位滴定法测定总酸。用 NaOH 溶液进行滴定, 中和试样 pH 至 8.2 即为滴定终点。重复三次测定, 取平均值。可滴定酸度按公式(4)计算:

$$X = \frac{c \times (V_1 - V_2) \times k \times F}{m} \times 100 \quad \text{式 (4)}$$

式中: X—试样中总酸的含量, %; c—NaOH 溶液的浓度, mol/L; V_1 —试液消耗 NaOH 溶液的体积, mL; V_2 —空白消耗 NaOH 溶液的体积, mL; k—柠檬酸的换算系数, 0.070; F—试液的稀释倍数; m—试样的体积, mL。

1.2.3.8 总糖含量 用蒽酮-硫酸比色法^[24] 测定总糖含量。稀释果汁至合适测定范围, 吸取 1 mL 果汁稀释液, 立即加入 4 mL 蒽酮试剂, 混匀后置于沸水浴中加热 10 min, 冷却后在 610 nm 波长处测定吸光度。以葡萄糖标准溶液绘制标准曲线, 计算复配汁中总糖的含量。

1.2.3.9 SOD 酶活的测定 采用水溶性四唑盐(Water soluble tetrazolium-1, WST-1)法, 使用试剂盒法检测。根据表 3, 将样品和反应试剂加入到微量 96 孔平底板中。将 96 孔平底板放入酶标仪中充分混合, 在 37 °C 下孵育 20 min, 并在 450 nm 处检测。

表 3 SOD 反应体系
Table 3 SOD reaction system

体系成分 (μL)	对照孔 (A_1)	对照空白孔 (A_2)	测定孔 (A_3)	测定空白孔 (A_4)
样品	-	-	20	20
蒸馏水	20	20	-	-
酶工作液	20	-	20	-
酶稀释液	-	20	-	20
底物应用液	200	200	200	200

SOD 的抑制率根据式(5)计算:

$$I = \frac{(A_1 - A_2) - (A_3 - A_4)}{A_1 - A_2} \quad \text{式 (5)}$$

式中: A_1 —对照孔在 450 nm 的吸光度; A_2 —对照空白孔 450 nm 的吸光度; A_3 —样品孔在 450 nm 的吸光度; A_4 —测定空白孔 450 nm 的吸光度。

SOD 的酶活性根据式(6)计算:

$$E = \frac{I \times D_1}{50\%} \times D_2 \quad \text{式 (6)}$$

式中: I—SOD 抑制率; D_1 —系统稀释因子; D_2 —样品稀释因子。

1.2.3.10 还原型 V_C 含量 使用 GB 5009.86-2016《食品安全国家标准食品中抗坏血酸的测定》^[25] 中的 2,6-二氯靛酚滴定法进行测定, 首先对 2,6-二氯靛酚溶液进行标定: 准确吸取 1 mL 抗坏血酸标准溶液, 加入 10 mL 草酸溶液, 摇匀, 用 2,6-二氯靛酚溶液滴定至粉红色, 保持 15 s 不褪色为止, 同时做空白试验。2,6-二氯靛酚溶液的滴定度按公式(7)计算:

$$T = \frac{c \times V}{V_1 - V_0} \quad \text{式 (7)}$$

式中: T—2,6-二氯靛酚溶液的滴定度, mg/mL; c—抗坏血酸溶液的浓度, mg/mL; V—抗坏血酸溶液的体积, mL; V_1 —滴定抗坏血酸溶液所消耗 2,6-二氯靛酚溶液的体积, mL; V_0 —滴定空白所消耗 2,6-二氯靛酚溶液的体积, mL。

将样品用 2% 的草酸稀释 20 倍, 摇匀后过滤。准确吸取 10 mL 滤液, 用标定过的 2,6-二氯靛酚溶液滴定, 直至溶液呈粉红色 15 s 不褪色为止, 同时做空白试验。还原型 V_C 含量按公式(8)计算:

$$X = \frac{(V - V_0) \times T \times A}{m} \times 100 \quad \text{式 (8)}$$

式中: X—试样中 V_C 含量, mg/100mL; V—滴定试样所消耗 2,6-二氯靛酚溶液的体积, mL; V_0 —滴定空白所消耗 2,6-二氯靛酚溶液的体积, mL; T—2,6-二氯靛酚溶液的滴定度, mg/mL; A—稀释倍数; m—试样体积, mL。

1.2.3.11 总 V_C 含量 利用 2,4-二硝基苯肼法^[24] 测定样品中的总抗坏血酸含量: 将样品稀释至合适范围并过滤。取 25 mL 滤液加入 0.5 g 活性炭, 振摇 1 min, 过滤后加入 10 mL 2% 硫脲溶液并摇匀。取上述溶液 4 mL 加入 1.0 mL 2% 2,4-二硝基苯肼溶液, 将试管放入(37±0.5) °C 恒温箱中保温 3 h。将样品放入冰水中, 滴加 5 mL 85% 硫酸后将样品从冰水中取出, 室温下放置 30 min 后于 500 nm 波长下测吸光值。加 2 g 活性炭于 50 mL 标准抗坏血酸溶液中, 按样品测定步骤进行显色反应并绘制标准曲线。样品中的总 V_C 含量结果按式(9)计算:

$$X = \frac{\rho \times V \times f \times 100}{m \times 1000} \quad \text{式 (9)}$$

式中: X—样品中抗坏血酸含量, mg/100mL; ρ —由标准曲线得“样品氧化液”中总抗坏血酸的浓度, $\mu\text{g/mL}$; V—试样总体积, mL; f—样品氧化处理过程中的稀释倍数; m—样品的体积, mL。

1.3 数据处理

实验结果以平均数±标准方差($\bar{X} \pm SD$)表示; 采用 SPSS23.0 进行数据分析, 两样本比较采用独立样本 t 检验, 多组样本采用 ANOVA 分析, 选择 Duncan 检验, $P < 0.05$ 表示差异性显著; 采用 Origin 9.0 绘图。

2 结果与分析

2.1 金刺梨原汁中单宁的脱除

刺梨果实芳香浓郁,多酚物质含量为 0.6%~2.2%,但其中存在的单宁导致果汁口感苦涩^[26]。在榨汁过程中单宁易被氧化,导致果汁褐变,它易与蛋白质絮凝产生沉淀^[27],故脱除部分单宁不仅可提升果汁的感官接受度,也有利于维持其混浊稳定性。

由图 2 可见,单宁脱除率随 β -环糊精和明胶的添加量增加呈现先上升后下降的趋势。这是由于单宁是一种两性电解质,能够将果汁中的颗粒吸附凝结^[10]。在 β -环糊精的添加量低于 0.6% 时,它与单宁分子间以范德华力及氢键缔合,从而掩盖苦涩味。但当单宁吸附聚集时, β -环糊精包埋能力下降,导致包埋物破裂,部分苦味物质流出。故当 β -环糊精的添加量高于 0.6% 时,果汁中单宁含量随着 β -环糊精的添加量增加而上升^[10,26]。

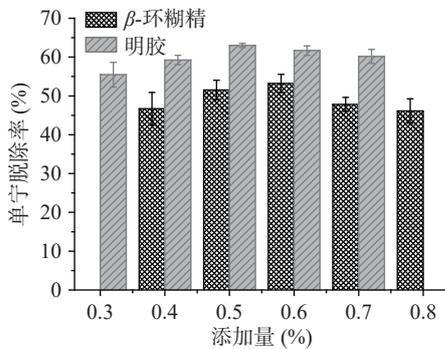


图 2 明胶和 β -环糊精对金刺梨原汁中单宁的脱除效果
Fig.2 Effect of gelatin and β -cyclodextrin on the removal of tannins from raw chestnut rose juice

当体系中明胶添加量低于 0.5% 时,单宁上的酚羟基与明胶的酰胺基通过氢键连接,生成不溶水的复合物,在原汁表面形成较薄的疏水层,因而原汁中单宁含量随明胶添加量的增加而下降。当明胶添加量超过 0.5% 之后,单宁分子在明胶表面聚集到一定程度形成单宁-明胶聚集体,使得单位明胶分子吸附单宁的能力降低^[10-11]。

金刺梨原汁中含 1.691% 单宁。由图 2 可得, β -环糊精和明胶均能脱除对金刺梨原汁中的部分单宁,相同浓度下明胶的脱除效果更好。其中,当 β -环糊精添加量为 0.6% 时其脱除效果较好,单宁脱除率为 53.22%;当明胶添加量为 0.5% 时其对单宁的脱除效果较好,脱除率达 63.00%,残留单宁 0.63%。类似的,李小红等^[28]报道 β -环糊精修饰的功能化壳聚糖使刺梨汁中的单宁脱除率达到 69.3%;顾晓雨等^[29]使用 0.7% 酪蛋白对蓝靛果汁进行脱涩,其脱除率为 62.13%。故后续实验所用金刺梨汁先经 0.5% 明胶脱涩处理,再进行复配处理。

2.2 金刺梨复配果蔬汁

2.2.1 复配原辅料的可溶性固形物及 pH 以金刺梨汁、梨汁、南瓜浆为原料研制复配果蔬汁。金刺梨

汁、南瓜浆和梨汁的 SSC 分别为 $(15.67 \pm 0.06)^\circ\text{Brix}$ 、 $(9.80 \pm 0.05)^\circ\text{Brix}$ 和 $(10.17 \pm 0.06)^\circ\text{Brix}$,其 pH 分别为 3.13 ± 0.02 、 5.99 ± 0.01 和 6.17 ± 0.01 。

2.2.2 复配果蔬汁的可溶性固形物及 pH 由图 3 可知,复配汁的 SSC 值与刺梨汁所占比例成正比,与南瓜浆、梨汁的比例成反比;而复配汁的 pH 则正好相反,这与之前测定的三种材料的 SSC 值与 pH 结果相符合。7 组样品中 SSC 最高、pH 最低为 5 号复配果蔬汁。

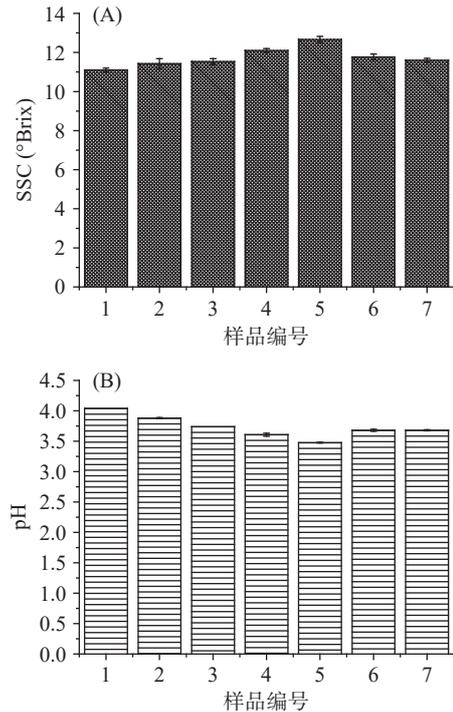


图 3 复配比例对复配果蔬汁可溶性固形物含量(A)和 pH(B)的影响

Fig.3 Soluble solid content (A) and pH value (B) of blended chestnut rose-pear-pumpkin juices with varied proportion

2.2.3 复配果蔬汁的感官评分 由图 4 中可知,5 号组样品的感官评分相对较低;7 号组样品的感官得分最高,综合考虑该组复配果蔬汁的 pH、SSC 含量和感官评价结果 3 个指标,后续选择 7 号组样品即金刺梨汁:梨汁:南瓜浆体积比为 34:40:26 的复配果蔬

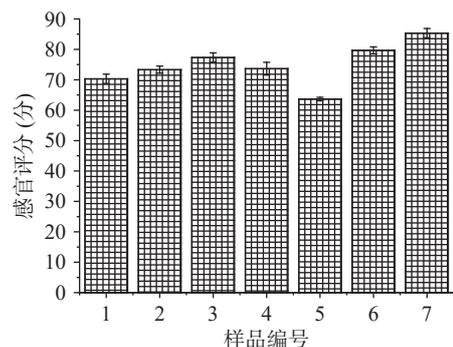


图 4 金刺梨复配果蔬汁的感官评价结果

Fig.4 Sensory evaluation of blended chestnut rose-pear-pumpkin juices

汁进行实验。

2.2.4 巴氏杀菌结果 未经杀菌处理的复配汁中细菌和霉菌酵母总数分别为 3.56 和 3.82 lg CFU/mL (表 4)。经 85 °C 下 3 min 和 90 °C 下 1 min 处理后,细菌总数分别降至 1.38 和 1.11 lg CFU/mL,均符合国家标准(≤2 lg CFU/mL);在 90 °C 下处理 3~5 min 后,细菌未检出;经热杀菌处理后,霉菌和酵母均未检出。表明在 85~90 °C 下热处理可有效降低复配汁中的微生物数量。相似的,王雪雅等^[30] 研究报道在 85 °C 下处理 10 min 可使刺梨汁中的菌落总数从 2.69 lg CFU/mL 降到 <1 CFU/mL。宁孔卵等^[31] 研究发现 95 °C 下杀菌 17.5 min 可使蓝莓汁达到商业无菌。可见,高温短时巴氏杀菌可对高酸果汁起到有效杀菌作用。

表 4 巴氏杀菌对金刺梨复配果蔬汁中微生物的影响
Table 4 Effect of pasteurization on microorganisms in blended chestnut rose-pear-pumpkin juice

杀菌条件	细菌总数 (lg CFU/mL)	霉菌和酵母总数 (lg CFU/mL)
CK	3.56±0.04 ^a	3.82±0.10
85 °C、3 min	1.38±0.07 ^b	-
90 °C、1 min	1.11±0.13 ^c	-
90 °C、3 min	-	-
90 °C、5 min	-	-

注:“-”表示未检出,检出限为1 CFU/mL;不同小写字母表示数据存在显著性差异, $P<0.05$;表5~表6。

2.2.5 巴氏杀菌对复配果蔬汁理化指标的影响 由表 5 可知,杀菌处理后复配汁的 pH 上升,这与总酸含量下降相吻合;可溶性固形物含量随温度的升高或时间的延长显著($P<0.05$)降低;热处理使复配汁的颜色发生变化($\Delta E>2$)。其中,85 °C 下处理 3 min 对果汁的颜色影响最小,其 ΔE 为 6.64,但已达到肉眼可视差异($\Delta E >5$)。复配汁的 L^* 值和 b^* 值显著

($P<0.05$)下降,反映其亮度和黄值降低,这可能是经热处理后加快了果汁中美拉德反应^[32],从而导致果汁褐变。类似的,Arias 等^[33] 报道热处理(80 °C、7 min)使胡萝卜汁颜色改变($\Delta E=3.49$)。

如表 6 所示,随着杀菌温度升高或时间延长,复配果汁总酸与总糖含量显著($P<0.05$)降低,这与 Lamo 等^[34] 的结果相似。夏必帮等^[35] 研究发现红肉火龙果汁在 95 °C 下处理 10 min 后,总糖的保留率为 73.04%。这可能是由于热处理中果汁发生美拉德反应消耗了部分还原糖^[32]。

SOD 是生物体内存在的一种重要的抗氧化金属酶^[36]。热处理对 SOD 酶活有破坏作用,经热杀菌后 SOD 酶活分别降低了 32.23%、34.91%、38.34% 和 42.51%。王雪雅等^[30] 发现 95 °C 处理 10 min 使刺梨汁中 SOD 酶活降低 53.70%。这是由于高温使得 SOD 酶活性被破坏且无法逆转。

复配汁中的 V_C 含量随着加热强度增大而不断降低。在 85 °C 下处理 3 min 后,还原型 V_C 和总 V_C 的保留率分别为 78.72% 和 80.30%。黄晓玲等^[37] 研究发现高温短时杀菌(115 °C、8.6 s)使 NFC 橙汁中 V_C 含量下降 39.30%。这是由于 V_C 对热敏感,高温导致 V_C 发生氧化降解^[38]。故从保留 V_C 的角度考虑应尽量选择较低的杀菌温度。

3 结论

综上所述,加入 0.5% 明胶可使金刺梨原汁中单宁脱除率达到 63.00%;将金刺梨汁:梨汁:南瓜浆按照体积比为 34:40:26 的比例进行复配可得到综合感官评价较好的复配果蔬汁。采用 85 °C 下处理 3 min 能够有效控制复配果蔬汁的微生物,其中细菌总数为 1.38 lg CFU/mL,酵母和霉菌未检出;经杀菌处理后复配果蔬汁的可溶性固形物和总酸含量分别下降 2.33% 和 5.98%,总糖保留率为 91.6%,SOD 酶活保留率为 67.8%,还原型 V_C 和总 V_C 保留率分别达到

表 5 巴氏杀菌对金刺梨复配果蔬汁理化指标的影响

Table 5 Effect of pasteurization on physicochemical indexes of blended chestnut rose-pear-pumpkin juice

杀菌条件	pH	SSC(°Brix)	L^*	a^*	b^*	ΔE
CK	3.68±0.01 ^d	11.60±0.01 ^a	36.25±0.05 ^a	44.40±0.04 ^a	63.24±0.20 ^a	-
85 °C、3 min	3.70±0.01 ^c	11.33±0.02 ^b	32.19±0.03 ^b	42.82±0.07 ^a	58.28±0.04 ^b	6.64±0.22 ^d
90 °C、1 min	3.72±0.00 ^{bc}	11.13±0.15 ^c	31.86±0.02 ^c	42.77±0.07 ^b	57.55±0.14 ^c	7.42±0.12 ^c
90 °C、3 min	3.73±0.02 ^{ab}	11.10±0.10 ^{cd}	30.37±0.03 ^d	42.40±0.10 ^b	56.83±0.20 ^d	8.93±0.26 ^b
90 °C、5 min	3.75±0.02 ^a	10.93±0.06 ^d	29.97±0.02 ^e	42.27±0.05 ^c	56.26±0.24 ^e	9.64±0.32 ^a

表 6 巴氏杀菌对金刺梨复配果蔬汁营养成分的影响

Table 6 Effect of pasteurization on nutritional components of blended chestnut rose-pear-pumpkin juice

杀菌条件	总酸含量(g/L)	总糖含量(mg/mL)	SOD酶活(U/mL)	还原型 V_C 含量(mg/100 mL)	总 V_C 含量(mg/100 mL)
CK	9.70±0.10 ^a	100.66±0.04 ^a	189.27±11.43 ^a	197.14±0.74 ^a	251.98±0.42 ^a
85 °C、3 min	9.12±0.05 ^b	92.18±0.07 ^b	128.27±4.69 ^b	155.19±0.20 ^b	202.34±0.69 ^b
90 °C、1 min	8.87±0.02 ^c	91.54±0.04 ^c	123.20±4.00 ^c	151.18±0.75 ^c	194.91±0.49 ^c
90 °C、3 min	8.53±0.16 ^d	90.36±0.04 ^d	116.53±1.22 ^d	147.12±0.68 ^d	189.38±0.33 ^d
90 °C、5 min	8.17±0.13 ^e	88.65±0.05 ^e	108.81±5.26 ^e	140.63±0.90 ^e	182.25±0.26 ^e

78.72% 和 80.30%, 但复配果蔬汁的颜色发生肉眼可视的改变。通过对金刺梨原汁进行脱涩和复配处理有助于开发新型金刺梨汁产品, 未来可以通过非热加工方式来更好地保持其复配果蔬汁的品质。

参考文献

- [1] 罗昱. 刺梨果汁褐变与风味调控研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2015. [LUO Y. Study on browning and flavor control of *Rosa roxburghii* juice[D]. Guiyang: Guizhou University, 2015.]
- [2] Li H, FANG W, WANGZ, et al. Physicochemical, biological properties, and flavour profile of *Rosa roxburghii* Tratt, *Pyracantha fortuneana*, and *Rosa laevigata* Michx fruits: A comprehensive review[J]. *Food Chemistry*, 2022, 366: 130509.
- [3] 简崇东. 刺梨药理作用的研究进展[J]. *中国医药指南*, 2011, 9(29): 38-40. [JIAN C D. Research progress on pharmacological effects of *Rosa roxburghii*[J]. *Guide of China Medicine*, 2011, 9(29): 38-40.]
- [4] CHENG, KANJ. Characterization of a novel polysaccharide isolated from *Rosa roxburghii* Tratt fruit and assessment of its antioxidant *in vitro* and *in vivo*[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018, 107: 166-174.
- [5] HE J Y, ZHANG Y H, MA N, et al. Comparative analysis of multiple ingredients in *Rosa roxburghii* and *R. sterilis* fruits and their antioxidant activities[J]. *Journal of Functional Foods*, 2016, 27: 29-41.
- [6] 王怡, 李贵荣, 朱毅. 刺梨食品研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(18): 213-218. [WANG Yi, LI G R, ZHU Y. Research progress of *Rosa roxburghii* food[J]. *Food Research and Development*, 2019, 40(18): 213-218.]
- [7] 牟君富, 王绍美, 朱庆刚. 刺梨果实营养成分分析初报[J]. *贵州农业科学*, 1981(6): 55-56. [MOU J F, WANG S M, ZHU Q G. Analysis of nutritional components in *Rosa roxburghii* fruit[J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 1981(6): 55-56.]
- [8] PLOYON S, MORRZEL M, BELLOIR C, et al. Mechanisms of astringency: Structural alteration of the oral mucosal pellicle by dietary tannins and protective effect of bPRPs[J]. *Food Chemistry*, 2018, 253: 79-87.
- [9] 张瑜, 罗昱, 刘芳舒, 等. 不同脱苦涩处理刺梨果汁风味品质分析[J]. *食品科学*, 2016, 37(4): 115-119. [ZHANG Y, LUO Y, LIU F S, et al. Flavor quality of *Rosa roxburghii* juice with different treatments for the removal of bitter and astringent tastes[J]. *Food Science*, 2016, 37(4): 115-119.]
- [10] 伍亚华, 吴礼珠, 孟苗, 等. 明胶吸附法脱除宣木瓜果汁中单宁的研究[J]. *应用化工*, 2014(10): 1781-1783. [WU Y H, WU L Z, MENG M, et al. Study on removing tannin in *Chaenomeles speciosa* juice by gelatin adsorption[J]. *Applied Chemical Industry*, 2014(10): 1781-1783.]
- [11] 徐国胜, 潘利华, 杨阳, 等. β -环糊精对柑橘类果汁脱苦效果的研究[J]. *安徽农业科学*, 2006, 34(20): 5366-5367. [XU G S, PAN L H, YANG Y, et al. Effect of β -cyclodextrin on the debittering of citrus juice[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2006, 34(20): 5366-5367.]
- [12] 周春丽, 曾雪芳, 胡雪雁, 等. 营养果蔬复合饮料的研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(12): 193-198. [ZHOU C L, ZENG X F, HU X Y, et al. Investigation and analysis of composite beverage of fruit and vegetable nutrition[J]. *Food Research and Development*, 2016, 37(12): 193-198.]
- [13] 邓毅, 王礼洪, 李东, 等. 刺梨蜂胶饮料配方及其稳定性研究[J]. *中国酿造*, 2015, 34(5): 87-90. [DENG Y, WANG L H, LI D, et al. Formula and stability research of *Rosa roxburghii*-propolis beverage[J]. *China Brewing*, 2015, 34(5): 87-90.]
- [14] 刘翰飞, 何怡, 林冰, 等. 黔产刺梨复合型饮料的研制[J]. *食品研究与开发*, 2019, 40(16): 58-62. [LIU Hanfei, HE Yi, LIN Bing, et al. Development of Guizhou *Rosa roxburghii* Tratt compound beverage[J]. *Food Research and Development*, 2019, 40(16): 58-62.]
- [15] WU J, GAMAGE T V, VILKHU K S, et al. Effect of thermo-sonication on quality improvement of tomato juice[J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2008, 9(2): 186-195.
- [16] LIF, ZHAO J, WEI Y, et al. Holistic review of polysaccharides isolated from pumpkin: Preparation methods, structures and bio-activities[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2021, 193: 541-552.
- [17] HERCEG Z, LELAS V, JAMBRAK A R, et al. Influence of thermo-sonication on microbiological safety, color and anthocyanins content of strawberry juice[J]. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 2013(4): 26-37.
- [18] 解利利, 张慧, 孙金才. 化学吸附法脱除蓝莓汁中单宁的研究[J]. *食品与生物技术学报*, 2010, 29(6): 847-853. [XIE L L, ZHANG M, SUN J C. Study on removing tannin in blueberry juice by chemical adsorption[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2010, 29(6): 847-853.]
- [19] 国家标准化管理委员会. GB/T 31121-2014 果蔬汁类及其饮料[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. [Standardization Administration. GB/T 31121-2014 Fruit and vegetable juices and drinks[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.]
- [20] 国家食品药品监督管理总局. GB 4789.2-2016 食品微生物学检验菌落总数测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010. [China Food and Drug Administration. GB 4789.2-2016 Determination of total bacterial count in food microbiological examination[S]. Beijing: Standards Press of China, 2010.]
- [21] 国家卫生和计划生育委员会. GB 4789.15-2016 食品微生物学检验霉菌和酵母计数[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [National Health and Family Planning Commission. GB 4789.15-2016 Food microbiological examination of molds and yeasts count[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]
- [22] 国家标准化管理委员会. GB/T 3977-2008 颜色的表示方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008. [Standardization Administration. GB/T 3977-2008 Specification of colors[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008.]
- [23] 国家卫生健康委员会. GB 12456-2021 食品安全国家标准食品中总酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021. [National Health Commission of the People's Republic of China. GB 12456-2021 National food safety standards. Determination of total acid in food[S]. Beijing: Standards Press of China, 2021.]
- [24] 王永华. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010. [WANG Y H. Food analysis[M]. Beijing: China Light Industry

- Press, 2010.]
- [25] 国家卫生和计划生育委员会. GB5009.86-2016 食品中抗坏血酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016. [National Health and Family Planning Commission. GB5009.86-2016 Determination of ascorbic acid in food[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.]
- [26] 罗昱, 梁芳, 李小鑫, 等. 单宁酶对刺梨果汁单宁的脱除作用[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 41-44. [LUO Y, LIANG F, LI X X, et al. Application of tannase for the removal of tannin from *Roxburgh rose* juice[J]. Food Science, 2013, 34(18): 41-44.]
- [27] BICKLEY J C. Vegetable tannins and tanning[J]. Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists, 1992, 76(1): 1-5.
- [28] 李小红, 曾民鑫, 周良春. 单功能化壳聚糖对刺梨果汁单宁及色素吸附的研究[J]. 食品科技, 2018, 43(8): 176-183. [LI X H, ZENG M X, ZHOU L C. Decolorization and tannin removal efficiency of *Rosa Roxburghii* Tratt juice with monofunctional chitosan[J]. Food Science and Technology, 2018, 43(8): 176-183.]
- [29] 顾晓雨, 李雨蒙, 陈玺之, 等. 响应面法优化蓝靛果果汁脱涩工艺研究[J]. 包装工程, 2022, 1: 115-123. [GU X Y, LI Y M, CHEN X Z, et al. Optimization of destringency process of *Lonicera edulis* juice by response surface methodology[J]. Packaging Engineering, 2022, 1: 115-123.]
- [30] 王雪雅, 丁筑红, 梁芳, 等. 热处理条件对刺梨果汁风味物质和营养成分的影响研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(15): 107-111. [WANG X Y, DING Z H, LIANG F, et al. Effects of heating treatment on the flavor compounds and the quality change of the *Rosa roxburghii* Tratt juice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(15): 107-111.]
- [31] 宁孔卯, 姜启兴, 余达威, 等. 杀菌工艺对蓝莓果汁品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2021, 40(6): 60-64. [NING K L, JIANG Q X, YU D W, et al. Effects of sterilization process on blueberry juice quality[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2021, 40(6): 60-64.]
- [32] 万鹏, 刘亮, 潘思轶, 等. 热处理对荔枝果汁品质的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(7): 22-27. [WAN P, LIU L, PAN S Y, et al. Effect of thermal treatment on quality of litchi juice, 2010, 31(7): 22-27.]
- [33] NEGRI RODRIGUEZ L M, ARIAS R, SOTERAS T, et al. Comparison of the quality attributes of carrot juice pasteurized by ohmic heating and conventional heat treatment[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021, 145: 111255.
- [34] LAMO C, SHAHI N C, SINGH A, et al. Pasteurization of guava juice using induction pasteurizer and optimization of process parameters[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 112: 108253.
- [35] 夏必帮, 朱文娟, 廖红梅, 等. 热辅助超声波处理对鲜榨火龙果汁品质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(1): 6-10. [XIA B B, ZHU W X, LIAO H M, et al. Effect of thermosonication treatment on the quality of fresh red dragon fruit juice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(1): 6-10.]
- [36] 贾海红, 李冰清. 超氧化物歧化酶翻译后修饰的研究进展[J]. 生物技术通报, 2021(10): 1-8. [JIA H H, LI B Q. Research progress on the posttranslational modification of superoxide dismutase[J]. Biotechnology Bulletin, 2021(10): 1-8.]
- [37] 黄晓玲, 王永涛, 廖小军, 等. 超高压和高温短时杀菌对NFC橙汁品质的影响[J]. 食品工业科技, 2021, 42(6): 1-8, 14. [HUANG X L, WANG Y T, LIAO Y J, et al. Effects of ultra-high pressure and high temperature short-time sterilization on the quality of NFC orange juice[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(6): 1-8, 14.]
- [38] 江波, 杨瑞金. 食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2018. [JIANG B, YANG R J. Food chemistry[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2018.]