

# 我国大樱桃深加工开发利用研究

王兆丰<sup>1,2</sup>, 马勇啸<sup>1,2</sup>, 强睿斌<sup>3</sup>, 呼丽萍<sup>1,2</sup>

(1. 天水师范学院, 甘肃 天水 741001; 2. 甘肃省大樱桃技术创新中心, 甘肃 天水 741001;  
3. 西北师范大学, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 大樱桃是深受人们喜爱的水果, 但货架期较短, 对其进行深加工显得尤为重要。我国大樱桃深加工产品主要有罐头、果脯、果酱、果汁、果酒、果醋等, 这些产品中食品添加剂使用较为普遍。为了延长大樱桃产业链、提高产品附加值、促进大樱桃产业提质增效, 整理归纳了近年来大樱桃深加工相关技术的研究文献, 从果肉、果核和树叶 3 个方面综述了深加工开发利用研究进展, 果肉的深加工主要是制作罐头、果酱、果冻、果汁及复合饮料、果脯、果酒、果醋和色素等, 果核的深加工主要是提取大樱桃仁油、黄酮、多糖、蛋白及抗氧化多肽, 树叶的深加工主要是提取黄酮和多糖; 并针对樱桃深加工中存在的问题提出了今后的主要研究方向。

**关键词:** 大樱桃; 深加工; 开发利用

中图分类号: S662.5

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2023)10-0900-09

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2023.10.004

## Review on the Development and Utilization Technologies of Sweet Cherry Deep Processing in China

WANG Zhaofeng<sup>1,2</sup>, MA Yongxiao<sup>1,2</sup>, QIANG Ruibin<sup>3</sup>, HU Liping<sup>1,2</sup>

(1. Tianshui Normal University, Tianshui Gansu 741001, China; 2. Sweet Cherry Technology Innovation Centre of Gansu Province, Tianshui Gansu 741001, China; 3. Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Sweet cherry is a popular fruit with short shelf life, so it is particularly important to deeply process for extending the shelf life. The deep-processed products of sweet cherries in China mainly include canned food, preserved fruit, jam, fruit juice, fruit wine, fruit vinegar, etc., in which food additives are widely used. In order to extend the cherry industry chain, increase product added value, and promote quality and efficiency, the research literatures on the deep processing technology of sweet cherry in recent years are browsed and analyzed, and the related deep processing technologies are summarized from three aspects: fruit pulp, fruit core and leaves in this paper. The deep processing of fruit pulp is mainly to make canned food, jam, jelly, fruit juice and compound beverage, preserved fruit, fruit wine, fruit vinegar and pigment, etc. On the other hand, kernel oil, flavonoids, polysaccharides, proteins and antioxidant peptides can be extracted from fruit core, and flavonoids and polysaccharides can be obtained from leaves. Main research directions in the future are suggested based on the problems of deep processing of cherries.

**Key words:** Sweet cherry; Deep processing; Development and utilization.

大樱桃(*Prunus, avium* L.)又名樱桃、甜樱桃、欧洲甜樱桃、西洋樱桃, 为蔷薇科李属樱桃亚属植物, 原产于欧洲和西亚, 19 世纪末 20 世纪初引入我国, 现已在全世界范围内广泛种植<sup>[1-2]</sup>。大樱桃成熟期早, 果实色泽鲜艳, 柔软多汁, 口感香甜, 富含蛋白质、脂肪、氨基酸、维生素、多种

矿物质以及酚类和黄酮类化合物, 具有抗氧化功效, 能够调中补气、益脾活血、平肝去热、预防心血管疾病、肿瘤及氧化应激相关疾病, 是营养与风味俱好、食药与保健共存的佳果, 有“早春第一果”和“果中珍品”的美誉, 深受国内外消费者的喜爱<sup>[3-4]</sup>。根据中国园艺学会樱桃分会统计数据,

收稿日期: 2022-09-16; 修订日期: 2023-09-13

基金项目: 天水市秦州区科技支撑计划项目(2022-NCKJG-7435); 甘肃省教育厅产业支撑计划项目(2021CYZC-16)。

作者简介: 王兆丰(1985—), 男, 甘肃静宁人, 高级工程师, 主要从事天然产物开发利用与食品安全研究工作。Email: 15294190664@163.com。

通信作者: 呼丽萍(1962—), 女, 甘肃通渭人, 研究员, 主要从事果树栽培及果品贮藏加工研究工作。Email: 18093839688@163.com。

目前全国大樱桃种植面积已经达到 20 万  $\text{hm}^2$  以上,其中山东、陕西、辽宁、河南、甘肃等省份为主产区,产量达到 100 万多  $\text{t}^{[5]}$ 。

大樱桃品种较多,早熟品种主要有红灯、美早、意大利早红、早红宝石、红蜜、红艳、黄玉等;中熟品种主要有佳红、红南阳、雷尼、佐藤锦、龙冠等;晚熟品种主要有萨米脱、艳阳、红手球、红秀峰、先锋、巨红、拉宾斯、斯坦勒、宾库、南阳、那翁等。我国大樱桃主要以鲜销鲜食为主,因大樱桃的含水量较高,果皮薄弱,组织柔软,容易受微生物侵染和机械损伤而腐烂变质,不耐贮运,耐贮藏性较差,不仅降低其可食用价值,而且给种植户带来经济损失,极大地限制了大樱桃的异地销售和产业发展<sup>[6]</sup>。因此,延长大樱桃产业链,进一步提高产品附加值,是促进大樱桃产业健康持续发展的有益途径。近年来,大樱桃的深加工开发利用方面越来越引起行业从业者的重视,我们对我国大樱桃深加工开发利用现状进行综述,以期为大樱桃产业发展提供参考。

## 1 研究进展

### 1.1 大樱桃果肉深加工研究

目前,大樱桃果肉深加工开发产品主要有罐头、果脯、果酱、果冻、果汁饮料、果酒、果醋、色素等。

1.1.1 罐头制作 大樱桃罐头是延长其贮藏期的有效方法,但是深加工后会使得大樱桃的性状发生改变,因此,如何保持大樱桃原有的色泽、风味、组织形态,是制作大樱桃罐头要解决的主要难题。市售大樱桃罐头存在品种较少、染色较多、风味较差、口感欠佳等缺陷,不能很好地满足消费者的需求。

大樱桃罐头的制作工艺流程一般为原料选择、清洗→去梗→硬化→预煮→染色→护色→装罐→配汤→罐汤→排气、杀菌→冷却→检验。曹莹莹等<sup>[7]</sup>以甘肃省天水市出产的巨红大樱桃为原料,优化了大樱桃罐头的工艺,得到以硬化剂( $\text{CaCl}_2$ )浓度 0.1%、预煮时间 100 s、染色剂(红曲红素:胭脂红为 3:1)浓度 0.25%、护色剂(柠檬酸)浓度 0.4%的最优工艺,所得产品色泽均匀一致,口味酸甜适中,组织形态良好,感官、理化和微生物指标均达到行业标准。汤薇等<sup>[8]</sup>研究表明,以硬

化处理工艺为核心,制作樱桃罐头的最佳配方为: $\text{CaCl}_2$  含量 0.3%、糖含量 30%、柠檬酸含量 0.1%、杀菌温度 75  $^\circ\text{C}$ ,所测色差值为 7.80 NBS;杀菌温度恒为 80  $^\circ\text{C}$ 时,以复合包埋工艺为核心,制作樱桃罐头的最佳配方为: $\text{CaCl}_2$  含量 0.3%、羧甲基壳聚糖含量 2%、糖含量 30%、柠檬酸含量 0.1%,所测色差值为 4.92 NBS;与硬化处理工艺相比,复合包埋工艺更好地防止了加工过程中樱桃脱色变白,减少了樱桃中花色素的流失,为樱桃罐头的制作提供了优化方案。

1.1.2 果酱果冻 果酱是把水果、糖及酸度调节剂等混合后,经高温熬制而成的凝胶状物质,是长时间保存水果的一种方法,食用方法一般是涂抹在面包片或吐司上。果冻是由食用明胶加水、糖、果汁等制成的一种半固体状物质,也叫啫喱,使用不同的模具可制作出形态各异的样子,外观晶莹,色泽鲜亮,口感软滑,深受消费者喜欢,但老人及小孩容易发生噎呛,要谨慎食用。王超萍等<sup>[9]</sup>开发了一种低糖型樱桃果酱的技术,最佳配方为:蔗糖 13%、蛋白糖 0.06%、柠檬酸 0.5%、增稠剂为 0.2%的果胶、杀菌温控 85  $^\circ\text{C}$ 、杀菌时间 20 min,该工艺制成的大樱桃果酱色泽鲜亮、风味宜人,果酱的凝胶稳定性和涂抹性良好。大樱桃果酱的制作工艺流程为大樱桃果→选果→清洗→软化→打浆→调配→胶体磨→真空浓缩→热灌装→高温瞬时杀菌→冷却→贴标→检验→入库→成品。值得一提的是该工艺软化过程采用了微波热烫技术,较好地保存了樱桃的 Vc 含量,微波热烫时间为 65 s。朱丹实等<sup>[10]</sup>在大樱桃果酱中添加高分子质量大豆种皮多糖(SHP)替代商业果胶,发现大樱桃果酱的储能模量比添加商业果胶的大樱桃果酱略低,但黏度接近,流变性质较好,在果酱浓缩比为 45%、木糖醇含量 25%、高分子质量 SHP 含量 0.6%时,所制得的大樱桃果酱感官评分最高。已获授权的一种用于冷冻饮品的樱桃果酱及其制备方法<sup>[11]</sup>,按质量比包括 5.00~15.00 份的樱桃果浆、30.00~45.00 份的糖类和糖醇、5.00~15.00 份的麦芽糊精、2.50~7.50 份的豆沙、0.20~0.60 份的增稠剂、0.01~0.10 份的香精和色素、0.10~0.30 份的酸度调节剂、0.01~0.05 份的食盐、20.00~40.00 份的水,该樱桃果酱在低温条

件下口感沙绵细腻, 并且色泽鲜亮, 并且具有自然柔和的樱桃香气。

蔡世静等<sup>[12]</sup>开发了一种玫瑰樱桃果冻的加工工艺, 樱桃和红玫瑰混合汁添加量 15%(樱桃汁与红玫瑰汁质量比 1:1)、复合凝胶剂(卡拉胶与魔芋胶质量比 1:1) 0.8%、白砂糖 13%、柠檬酸 0.25%, 该工艺制得的果冻不仅组织状态良好, 富有弹性, 颜色鲜亮, 而且营养丰富、口感细腻、风味独特, 具有一定的市场潜力。何子杨<sup>[13]</sup>从樱桃酒渣中提取果胶制备果冻, 采用响应面法优化得到最优产品配方为: 木糖醇 6%、樱桃酒渣果胶 2%、寒天粉 1.5%、加热温度 90℃, 所制得的果冻口感良好, 零脂肪含量, 相关指标检测符合国家标准, 适合大多数人群的感官嗜好。

1.1.3 果汁及复合饮料 大樱桃果汁较好地保留了其的营养成分和色泽香味, 与其他果汁按照不同比例混合后的复合饮料赋予了产品特殊的风味和营养物质, 颇受人们青睐。刘绪等<sup>[14]</sup>采用原料处理→热烫护色→去核打浆→酶解处理→灭酶→过滤→离心→均质→滋味调配→杀菌→冷却→成品的工艺榨取大樱桃果汁, 对大樱桃果(红灯)烫漂 10 s, 果胶酶添加 0.20%, 酶解时间 120 min, 酶解温度 45℃, 出汁率达到 70.34%, 所得大樱桃原汁的色泽深红透亮, 富含大樱桃果香, 滋味偏酸。黄国清等<sup>[15]</sup>研究发现, 热烫和果胶酶处理能够提高大樱桃的出汁率, 改善大樱桃果汁的品质, 当果胶酶用量为 0.1%、处理温度为 50℃、处理时间为 60 min 时, 大樱桃的出汁率最高, 可以达到 71.2%; 另外, 通过调配得出樱桃汁: 白砂糖: 蒸馏水的体积比为 50:8:42 时, 果汁色泽鲜红、果香明显、酸甜适口。代绍娟等<sup>[16]</sup>以大樱桃和苹果为主要原料, 经过制浆、发酵、调配、均质、杀菌制得发酵果蔬汁复合饮料, 最佳发酵工艺条件为: 大樱桃与苹果的质量比 4:1、白砂糖含量 7%、柠檬酸含量 0.20%、发酵时间 24 h、发酵温度 36℃、菌种接种 5%、羧甲基纤维素钠含量 0.08%、黄原胶含量 0.08%、海藻酸钠含量 0.03%、瓜尔胶含量 0.03%, 所得产品色泽鲜亮、口感香醇、风味独特、酸甜适口、状态均匀。邹磊<sup>[17]</sup>以樱桃汁、番茄汁、牛奶为原料, 采用混合菌种(保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌质量比为 1:2)发酵,

开发了一款混合果汁保健酸奶新品种, 通过正交试验优化的最佳配方为牛奶 82%、樱桃汁 6%、番茄汁 4%、糖用量 8%、黄原胶 0.2%, 所得新型保健酸奶得色、香、味、形都较好。韩东屏<sup>[18]</sup>进行了喷雾干燥法加工樱桃固体饮料的研究, 将大樱桃清洗去核后打浆过滤, 胶体磨研磨后添加 5.7% 蔗糖粉、15.26% 麦芽糊精、0.097 4% 阿拉伯胶, 在进风温度 190℃、进料流量 400 mL/h 的条件下进行喷雾干燥, 所得樱桃固体饮料的溶解性较好, 柔滑细腻、酸甜可口。

1.1.4 果脯 果脯是将新鲜果品经糖制烘干加工而成的能够长期储存的一种含糖食品, 大樱桃果脯香糯甘甜, 深受消费者青睐, 但一般不适合患有高血糖、糖尿病的特殊人群食用。从含糖量方面可以分为高糖果脯(糖含量 $\geq 70\%$ )和低糖果脯(糖含量 $\leq 50\%$ ), 从加工工艺方面可以分为脱色果脯和不脱色果脯。脱色和不脱色果脯的制作工艺一般如下。(1)脱色工艺为选果→清洗→脱色(浸硫)→烫漂→去核→染色→糖制(糖渍、糖煮)→沥糖→烘干→脱色果脯。脱色一般采用 0.3%~0.4%的  $\text{NaHSO}_3$  将大樱桃果肉浸泡 12 h, 染色一般采用 0.02%~0.04%的赤藓红色素和柠檬酸<sup>[19]</sup>。(2)不脱色工艺为选果→清洗→去核→烫漂→糖渍→第一次糖煮→第二次糖煮→沥糖→烘干→不脱色果脯。采用不脱色工艺制得的大樱桃果脯无色素添加和  $\text{SO}_2$  残留, 但大樱桃果皮内残存的天然色素易和糖、酸等物质发生化学反应而使果脯色泽发暗, 影响感官品质<sup>[20]</sup>。杨硕等<sup>[21]</sup>以大樱桃裂果为原料, 优化建立了一种低糖大樱桃果脯的加工工艺, 实现了大樱桃裂果的高值化利用, 该工艺以糖含量 30%(白砂糖与麦芽糖醇的质量比为 1:1)、柠檬酸含量 0.60%、糖制时间 21 h、糖酸比 2%制得的果脯品质最佳, 果脯中总糖含量、水分含量和微生物学指标等均符合国家标准。该工艺流程为: 选果→灭酶杀青→去核→硬化→护色→糖渍→糖煮→烘干复烘→果脯, 工艺中使用柠檬酸护色, 减少了花青素的流失, 加工过程不添加色素, 果脯呈橘黄色, 色泽鲜艳。

1.1.5 果酒 从生产工艺上, 大樱桃果酒可以分为发酵酒和配制酒两种类型, 发酵酒是把新鲜的大樱桃果实榨汁处理, 然后添加酿酒酵母经生物



发酵产生酒精及其他副产物, 再经陈酿、澄清、过滤等工序后, 最终赋予独特风味、色泽的果酒; 配制酒是以大樱桃酒或大樱桃汁为原料, 添加其他基酒进行加工调配而成的具有特定风味的果酒, 根据制作方法的的不同, 可分为浸泡酒、大樱桃甜酒、大樱桃露酒、大樱桃米酒、大樱桃加强酒等种类<sup>[20, 22]</sup>。庄志发等<sup>[23]</sup>以沂蒙山区的新鲜大樱桃榨汁, 添加 0.05% 果胶酶和 0.09% 酿酒高活性干酵母, 以 0.02% 焦亚硫酸钾作为抑菌剂, 以适量异抗坏血酸钠作为抗氧化剂, 于 25 ~ 27 °C 适温发酵, 经过陈酿、下胶澄清、调整成分、冷热处理等工序后过滤灌装杀菌, 所得半甜型大樱桃果酒香浓郁、澄清透亮、酸味略突出, 质量符合企业与国家有关标准要求, 投产后顺应消费潮流。庄志发等<sup>[24]</sup>将大樱桃汁、白砂糖、柠檬酸、乙基麦芽酚、食用酒精和纯净水按照配方比例调配, 并加入适量柠檬黄、胭脂红调整色泽, 然后经过沉淀、倒酒脚、过滤对酒液进行去杂净化, 最后经过陈酿熟化过滤杀菌制得了 8% vol 的大樱桃露酒, 该酒澄清透明, 果香和酒香纯正, 酸甜适中, 醇和谐调, 呈鲜樱桃红色, 爽口舒顺, 风格典型。

**1.1.6 果醋** 大樱桃果醋是以大樱桃鲜果或加工下脚料为主要原料, 利用发酵技术经过酒精和醋酸两步发酵工艺酿制而成的一种营养丰富、风味优良的酸性饮品, 产品兼具大樱桃和食醋的营养保健功效, 是集营养、保健、食疗等多种功效为一体的新型饮品<sup>[25]</sup>。张洁玉等<sup>[25]</sup>研究表明, 果醋具有抑菌、缓解体力疲劳、抗氧化、预防肥胖和高脂血症、干预酒精中毒引起的代谢失调等作用, 具有广泛实用性。刘宝祥等<sup>[26]</sup>通过实验建立了一条大樱桃果醋的摇床发酵最佳工艺, 即初始酒精度 6% vol、接种量 5%、温度 28 °C、摇床转速 220 r/min、培养时间 192 h 左右; 通过 5 L 发酵罐放大培养, 转化率提高 2%, 发酵时间缩短了 96 h, 表明供氧方式的改变对提高醋酸菌的生长和产酸效率有着很好促进作用, 通气量对发酵效率具有重要影响。另外, 采用 HPLC 检测发现, 大樱桃果醋的主要有机酸成分为乙酸、柠檬酸、苹果酸、琥珀酸和乳酸。冯志彬等<sup>[27]</sup>确定的大樱桃果醋酿造工艺条件为: 发酵液酒精度 5%、醋酸菌接种量

5%、发酵温度 32 °C、发酵时间 7 d 左右; 大樱桃果醋饮料调配的优化参数为: 果醋发酵液 12%、樱桃澄清果汁 15%、蜂蜜 5%、苹果酸 0.07%, 大樱桃果醋饮料澄清透明, 酸甜可口, 兼具食醋的清香和大樱桃的果香。

**1.1.7 色素** 大樱桃色素色泽鲜艳, 安全无毒, 是一种水溶性色素, 一般含有花色苷、酚酸、醌类等多种化合物, 具有清除活性氧、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、保护肝脏等多种生物活性, 在食品、药品及化妆品等行业中广泛应用, 而且需求量逐年增加<sup>[28-30]</sup>。郑恒等<sup>[31]</sup>利用酿制大樱桃果酒的剩余皮渣进行了功能性天然食用色素的提取, 结果表明, 温度对大樱桃红色素浸提效果的影响最大, 其次为料液比、浸提次数及浸提时间, 最优浸提工艺条件为料液比 1 : 6、温度 40 ~ 60 °C、浸提 2 次、每次浸提 15 min; 并采用 AB-8 大孔树脂吸附法对大樱桃红色素进行了纯化, 提高了色素质量。杨青珍等<sup>[32]</sup>研究发现, 以固液比 1 : 8 加入体积分数 90% 乙醇溶液, 超声处理 5 min, 在 50 °C 水浴中提取效果最好, 大樱桃色素水溶性好, 耐自然光、耐热性强, 但耐氧化性较差, 除 Al<sup>3+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 外, 其他金属离子对色素均无影响, 在酸性介质、还原剂及常用的食品添加剂等条件下稳定性较好。李洋等<sup>[33]</sup>采用含 0.1% HCl 的 95% 乙醇溶液从成熟大樱桃中提取色素, 并通过 C<sub>18</sub> 柱分离纯化, HPLC / 光电二极管阵列检测到色素的主要成分为新绿原酸和对香豆酰奎宁酸, 体外清除实验发现, 大樱桃色素对二苯代苦味肼基自由基 (DPPH·) 和羟基自由基 (·OH) 具有较强的清除能力。

目前大樱桃色素提取溶剂主要是酸化乙醇, 存在有机溶剂耗量大、提取率低、产物纯度低、能耗高等缺点。因此, 开发耗量小、提取率高、提取纯度好的新型溶剂是大樱桃色素提取面临的技术挑战。

## 1.2 大樱桃核深加工研究

大樱桃深加工通常利用的是新鲜果肉, 而对大樱桃核和叶的开发利用容易忽视。大樱桃的干燥果核呈扁卵形, 外表面白色或淡黄色, 质坚硬, 不易破碎, 核内有 1 枚种子, 表面呈不规则皱缩, 红黄色, 久置呈褐色, 种仁淡黄色, 富油质, 气

微香，味微苦；樱桃核经过晾晒、抛光、打磨等加工后可作为枕头的填充物，能够起到缓解头、颈、肩、背等部位肌肉疼痛的保健作用，在一些地区的民间有避邪祛灾的风俗<sup>[25]</sup>。核内含有丰富的油脂、蛋白质、维生素等多种活性成分，这些成分具有缓解关节痛、痛风、降低心血管疾病的风险，能够起到预防癌症、控制糖尿病及其并发症、调节免疫力、抗衰老、抗病毒、提高睡眠质量等广泛药理作用<sup>[34-35]</sup>。我国医书中记载樱桃核具有透疹、解毒，治麻疹透发不畅，消疔瘤，灭癍痕的治病作用，如《滇南本草图说》中记载：痘症色白陷顶不升浆者，为末敷之，可以升浆起长；《本草再新》中记载败毒、消疔瘤；《江苏植药志》中记载治麻疹透发不快，煎水洗净疮，灭癍痕；《本草纲目拾遗》记载樱桃核磨水搽之，治眼皮生瘤，其瘤渐渐自消<sup>[36]</sup>。从当前文献来看，大樱桃核主要用来提取仁油、黄酮、多糖、蛋白及抗氧化多肽。

**1.2.1 仁油** 大樱桃仁含油量达 20% 以上，不饱和脂肪酸的含量较高，油酸、亚油酸为主要脂肪酸，具有很高的营养价值和保健功效，常食可起到预防心脏病、动脉硬化和降血压的作用<sup>[37-38]</sup>。王春玲<sup>[39]</sup>用无水乙醚浸提烟台大樱桃仁油，测得含油率为 27.8%、酸价 1.87 mg KOH/g、过氧化值 8.95 mmol/kg、碘值 118 gI/100 g、皂化值 184 mg KOH/g、不皂化物 1.67%，采用气相色谱对其脂肪酸组成进行了分析，表明主要含有亚油酸(39.14%)、油酸(36.09%)、棕榈酸(7.79%)、硬脂酸(2.96%)、花生酸(1.49%)等 10 种脂肪酸，不饱和脂肪酸质量分数高达 76.2%，说明大樱桃仁油属于高油酸-亚油酸型油脂。任晓丹<sup>[40]</sup>采用索氏抽提法提取大樱桃核中的脂肪酸成分，并利用 GC-MS 技术对其进行化学成分的分析，识别出了 22 种化合物，其中饱和脂肪酸包括肉桂酸、亚油酸、油酸、棕榈油酸、岩芹酸、9-氧代壬酸、杜鹃花酸、 $\gamma$ -亚麻酸、(Z)-5, 11, 14, 17-Tetraenoic acid 等 9 种，约占总量的 84.770%，亚油酸含量最高(约占 49.006%)，其次是岩芹酸(约占 32.350%)；其他的 13 种成分是饱和脂肪酸，仅占总含量的 11.432%，另外还检出了少量的反式角鲨烯和 beta 谷甾醇。钱琳琳等<sup>[41]</sup>将烟台大樱桃核粉

末按照料液比 1 : 10 加入蒸馏水浸泡 3 h，在挥发油提取器中蒸馏提取 7 h，用无水乙醚收集得到大樱桃核挥发油，提取率为 0.243%，经 GC-MS 化学成分分析发现有机酸及其酯类占比 42.343%，含量最高，醛类占比 23.716%，烷烃类占比 4.795%，酚类占比 1.436%；挥发油中含量较高的化学成分为棕榈酸(29.729%)、反-2-辛烯醛(13.307%)、反式-2, 4-癸二烯醛(10.409%)、11-十八烷酸甲酯(6.069%)、顺式-13-十八烷酸甲酯(5.454%)以及 2, 6-二叔丁基对甲酚(1.436%)；抗氧化活性研究表明，大樱桃核挥发油对 DPPH·、·OH、ABTS·的清除能力与相同浓度的 Vc 相当，具有一定的体外抗氧化活性。

**1.2.2 黄酮** 任晓丹<sup>[40]</sup>采用单因素实验结合响应曲面法优化了大樱桃核中总黄酮的提取工艺，最佳工艺条件为提取温度 96 °C、乙醇浓度 60%、液料比 30 : 1 mL/g、提取时间 2.4 h，该工艺条件下大樱桃核总黄酮实际得率为 9.4 mg/g。扶庆权等<sup>[42]</sup>采用微波辅助提取樱桃核中的总黄酮的最佳工艺条件为乙醇浓度 75%、料液比 1 : 60、微波时间 3 min、微波功率 400 W，在此条件下樱桃核中总黄酮得率为 2.24%，抗氧化研究表明，樱桃核总黄酮提取液对 DPPH 自由基具有较好的抑制效果，平均抑制率为 87.83%。

**1.2.3 多糖** 多糖具有免疫调节、抗衰老、降血糖、抗肿瘤等生物活性，是有机体必需的营养和功能物质<sup>[43]</sup>。目前，对大樱桃核中多糖的提取及功能研究报道也较少见。胡晓倩等<sup>[44]</sup>采用水溶醇沉的方法从大樱桃核中提取水溶性多糖，测得提取率为 2.09%，通过体外抗氧化实验表明，水溶性多糖具有较强的抗氧化能力，对 DPPH·、ABTS·及·OH 的体外清除能力比较稳定，IC<sub>50</sub> 分别为 0.31、0.32、0.34 mg/mL。

**1.2.4 蛋白** 脱脂后的大樱桃仁还能够进一步分离蛋白，可将其作为食用植物蛋白、营养强化剂或食品添加剂来进行开发利用，这也是延长产业链的有效途径。王春玲<sup>[45]</sup>采用 65% 乙醇浸提烟台脱脂大樱桃果仁蛋白，料液比 1 : 7、浸提温度 50 °C、浸提时间 80 min、浸提次数为 2 次，大樱桃仁浓缩蛋白的得率为 73.4%，粗蛋白含量 55.28%；并对所得大樱桃仁浓缩蛋白的水溶性、



乳化能力、乳化稳定性、起泡性及泡沫稳定性等进行了研究, 结果表明, 氮溶解指数(NSI)为 3.42%, 最佳乳化性的条件为蛋白液浓度 3%、pH 9.0、均质速度 14 000 r/min; 随着蛋白浓度的增加, 起泡性和泡沫稳定性都有增加的趋势, 当浓度达到 7%~8% 逐渐趋于恒定; 在 pH 4~5 范围内, 大樱桃仁蛋白的起泡性和泡沫稳定性最低, 在非等电点范围, 二者均有显著提高。冉军舰等<sup>[46]</sup>采用碱溶酸沉法提取脱脂樱桃仁蛋白, 通过单因素及正交试验确定的最佳提取工艺为 pH 9.5、料液比 1:15、浸提温度 40 °C、浸提时间 40 min, 蛋白质提取率为 28.15%; 经测定, 樱桃仁蛋白的等电点为 3.72, 约由 7 种亚基组成, 亚基分子量分布在 10 000~80 000, 其中分子量为 18 694 和 71 691 左右的蛋白质亚基含量最高, 分别约占 41.8% 和 40.2%。

**1.2.5 抗氧化多肽** 目前对于大樱桃核的深加工开发利用主要集中在油脂、蛋白质以及一些生物活性成分的提取、纯化方面, 对大樱桃核制备抗氧化多肽的研究报道尚不多见。郭鹏<sup>[47]</sup>通过单因素和响应面法实验建立了以碱性蛋白酶和中性蛋白酶双酶法协同水解大樱桃核蛋白制备抗氧化多肽的复配工艺, 即料液比 3.82%、加酶量 4 823 U/g、酶配比 1:1, pH 7.5、酶解温度 48.77 °C、酶解时间 128 min, 该工艺所得抗氧化多肽得率为 41.90%; 进一步采用超滤、凝胶过滤层析、半制备反相高效液相色谱对抗氧化多肽进行了有效的离纯化, 最终得到两条高抗氧化活性的肽段, 即 Phe-Pro-Glu-Leu-Ile (731.92 Da [M+H]<sup>+</sup>) 和 Val-Phe-Ala-Ala-Leu (520.61 Da [M+H]<sup>+</sup>), 第一条肽段具有较高的 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·清除率, 第二条肽段具有较高的 DPPH·清除率, 可作为合成抗氧化剂的替代品, 具有良好的应用前景。张媛媛等<sup>[48]</sup>通过单因素和响应面法实验确立了超声波辅助碱性蛋白酶和胃蛋白酶制备大樱桃核抗氧化多肽的工艺, 即将 5% 的大樱桃核蛋白液在超声波功率 170 W、30 °C 下预处理 20 min 后, 在 pH 为 7 的条件下加入 4 500 U/g 的酶(碱性蛋白酶和胃蛋白酶质量比为 1:1), 酶解温度为 50 °C, 酶解时间为 120 min, 在此条件下得到的大樱桃核抗氧化多肽·OH 的清除率为 51.98%, 与预测值相近。

### 1.3 叶深加工利用技术

大樱桃叶片中富含黄酮类化合物, 叶片主要用来提取黄酮、多糖。

**1.3.1 黄酮** 廖天江<sup>[49]</sup>采用超声辅助法提取天水大樱桃叶中黄酮类化合物, 将粗提物用 65% 的乙醇溶解后经 DM-101 大孔树脂柱进行了纯化, 并将总黄酮纯化物与 Vc 的抗氧化性能做了比较, 结果表明, 清除·OH 的能力优于 Vc, 但清除 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·和总体抗氧化能力低于 Vc。刘德胜等<sup>[50]</sup>建立了大樱桃叶中黄酮类成分的定性定量方法, 采用薄层色谱(TLC)法定性检测槲皮素和山柰酚的存在与否, 采用高效液相色谱(HPLC)法定量测定槲皮素与山柰酚的含量, 采用 Fenton 反应法评价大樱桃叶总黄酮提取液的抗氧化能力, 呈现出量-效关系, 该方法准确可靠、重复性好, 可以作为大樱桃叶提取物的质量控制方法。李晨<sup>[51]</sup>采用微波辅助法提取大樱桃叶中的黄酮类化合物的最佳工艺条件为微波时间 5 min、微波功率 300 W、提取液乙醇浓度 75%、料液比 1:25 (g/mL)、提取温度 80 °C; 用大孔吸附树脂 D101 对粗提物进行了纯化, 纯化后大樱桃叶黄酮纯度达到 74.29%, 约为纯化前的 3 倍; 采用 HPLC-MS 对大樱桃叶黄酮成分进行了分离鉴别及定量分析, 得出大樱桃叶含有山柰酚-3-O-芸香糖苷(86.57 mg/g)、金丝桃苷(56.74 mg/g)、芦丁(54.66 mg/g)、紫云英苷(44.20 mg/g)、绿原酸(28.12 mg/g)、牡荆素(24.67 mg/g)、槲皮素-3-芸香糖葡萄糖苷(20.15 mg/g)、木犀草苷(14.42 mg/g)、奎宁酸(10.12 mg/g)等 9 种黄酮类化合物; 抗氧化分析表明, 大樱桃叶中黄酮类化合物对·OH 的清除以及对卵黄脂蛋白过氧化的抑制能力强于 Vc, 总抗氧化活性和清除 DPPH·和 O<sub>2</sub><sup>-</sup>·方面稍逊色于 Vc。

**1.3.2 多糖** 刘德胜等<sup>[52]</sup>采用超声波辅助水提醇沉法提取大樱桃叶粗多糖, 先将粉碎的大樱桃叶经石油醚和乙醇脱脂、脱杂处理, 然后超声辅助水提 2 次, 合并上清液旋蒸, 用氯仿-正丁醇(体积比 4:1)萃取 3 次, 除去蛋白质(即 Sevag 法), 再按料液比 1:4 (g/mL) 加入 95% 的乙醇, 4 °C 下醇沉 12 h, 抽滤弃上清, 用乙醚、无水乙醇和丙酮依次洗涤滤渣后即得大樱桃叶粗多糖, 测得其含量为 29.7 mg/g, 用 Molish 试验(α-萘酚试验)、蒽酮-

硫酸法试验、Fehling 试验、红外光谱分析以及淀粉的碘试验方法对大樱桃叶多糖进行了定性鉴定。体外抗氧化研究表明,大樱桃叶多糖对 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2\cdot^-$ 、 $\text{DPPH}\cdot$ 的 $\text{IC}_{50}$ 分别为100.5、991.4、135.1  $\mu\text{g/mL}$ ,有较强的体外抗氧化活性,但比同等浓度下Vc的抗氧化效果稍弱,对大鼠肝脏自发性和由 $\text{H}_2\text{O}_2$ 诱导产生的脂质过氧化作用均具有较好的保护效果<sup>[53]</sup>。

## 2 今后的研究方向

以上研究对延长大樱桃产业链、提高产品附加值、促进大樱桃产业提质增效有一定的参考价值,但当前对于大樱桃的开发利用还很不充分,尤其是大樱桃核和叶的开发利用。大樱桃罐头、果脯、果酒等深加工产品通常是取大樱桃果肉用以生产,果核一般弃之不用,另外消费者食用大樱桃后几乎都是将果核作为废弃物丢弃处理,果农一般将脱落后的大樱桃叶清扫收集用于烧火取暖或饲喂牲畜,附加值较低,这不仅造成了大量的资源浪费,而且还容易产生环境污染。对于大樱桃核和叶中的挥发油、蛋白质、多糖以及黄酮类化合物的提取利用,目前也基本上处于实验研究阶段,还没有形成规模化的开发生产。因此,需要进一步加大全民科普宣传力度,让全社会形成废弃资源开发利用的观念,同时要加大项目支持力度,配套建立废弃资源收集点,便于收集大樱桃核和叶等废弃资源,持续促进科研成果转化,从而建立起废弃资源开发利用的社会共治共享格局。

大樱桃罐头、果脯、果酱、果汁等产品颇受消费者喜爱,但由于这些产品普遍含糖量较高,有些添加人工合成色素、防腐剂及甜味剂等食品添加剂,甚至存在过量添加、非法添加现象,加之相关监管措施不到位容易导致不合格产品流入市场,存在安全隐患。长期食用人工合成色素、防腐剂及甜味剂可能会对人的骨骼、肾脏、肝脏等器官产生一定影响,严重甚至会致畸、致癌<sup>[54-55]</sup>。我国食品深加工技术经历了以满足量的需要为主要特征的食品安全保障阶段后,现在开始进入以满足质的需要为主要特征的营养健康食品制造新时代,已经转入科技高投入、高产出、高收益的阶段<sup>[56]</sup>。因此,突破技术壁垒促进产品

迭代升级显得势在必行,比如开发天然产物绿色提取、生物活性成分纯化富集、天然产物异源生物合成以及酶/微生物催化生物合成等新工艺来制备具有抗氧化、防腐、抑菌抑霉作用的安全无毒食品添加剂和食品功能组分,以及创新产品深加工工艺开发低糖或无糖产品及新型营养健康食品是食品领域绿色生物制造的战略趋势。樱桃深加工是一条开发樱桃资源、发展樱桃产业的可行之路,将有利于稳定扩大樱桃种植面积,增加果农收入,促进区域经济发展。将樱桃转化为高附加值的产品,对加工过程所产生的下脚料进行再利用,符合国家所提倡的绿色经济和循环农业,有助于樱桃加工产业的可持续发展<sup>[57]</sup>。

近年来霜冻、冰雹、沙尘、病虫害等自然灾害频发,导致大樱桃残次果量较多,对大樱桃品质的影响相当严重。残次果量过高会大大降低果农的经济收入,影响果农的生产积极性,流入市场还会对大樱桃的口碑造成不良影响。因此,如何更好地提高残次果的商品附加值,进一步延伸大樱桃产业链,是当前大樱桃深加工亟待解决的重点问题。

## 参考文献:

- [1] 杨焕显, 杨映红. 天水市大樱桃产业现状及发展对策[J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(1): 17-22.
- [2] CHOCKCHAI SAWASDEE S, GOLDING J B, VUONG Q V, et al. Sweet cherry: composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use[J]. Trends in Food Science & Technology, 2016, 55: 72-83.
- [3] 李宽莹, 杨怀峰, 徐兴有, 等. 甘肃嘉峪关日光温室甜樱桃促早栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2020(5): 83-86.
- [4] 孟霞, 勒燕飞, 王嘉智, 等. 甜樱桃果实采后贮藏保鲜技术研究综述[J]. 四川林业科技, 2017, 38(5): 128-132; 147.
- [5] 魏朝鹏. 我国大樱桃产业进入上坡路: 今年有四大明显变化[J]. 中国农村科技, 2021(7): 52-53.
- [6] 焦中高, 刘杰超, 王思新. 甜樱桃采后生理与贮藏保鲜[J]. 果树学报, 2003, 20(6): 498-502.
- [7] 曹莹莹, 张爱萍, 孟兆刚, 等. 樱桃罐头生产工艺研究[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(6): 131-134.
- [8] 汤薇, 李同祥, 李勇, 等. 一种樱桃罐头的加工工艺优化研究[J]. 现代食品, 2017(23): 118-121.

- [9] 王超萍, 曾清平, 李敬龙. 一种低糖型樱桃果酱的技术研究[J]. 饮料工业, 2010, 5(35): 69-71.
- [10] 朱丹实, 魏立威, 任晓俊, 等. 大豆种皮多糖对低糖型樱桃酱流变性质的影响[J]. 中国食品学报, 2020, 20(10): 142-149.
- [11] 内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司. 用于冷冻饮品的樱桃果酱及其制备方法: CN201610724177.5[P]. 2017-02-22.
- [12] 蔡世静, 陈晓妹, 张文英. 玫瑰樱桃果冻的加工工艺研究[J]. 保鲜与加工, 2014, 14(4): 45-48.
- [13] 何子杨. 樱桃酒渣果胶的提取、理化性质及制备果冻的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2021.
- [14] 刘 绪, 向 月, 李 欢, 等. 大樱桃果汁加工工艺研究[J]. 食品与发酵科技, 2021, 57(1): 83-85; 98.
- [15] 黄国清, 肖军霞, 孙兴丽, 等. 樱桃汁饮料加工工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(5): 51-54.
- [16] 代绍娟, 尹俊涛, 雷 勇, 等. 发酵大樱桃复合果蔬汁饮料的开发[J]. 农产品加工, 2019, 12(493): 12-14.
- [17] 邹 磊. 樱桃番茄保健酸奶的研制[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(1): 267-268.
- [18] 韩冬屏. 喷雾干燥法加工樱桃固体饮料的研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(35): 13745-13748.
- [19] 高海生. 染色樱桃脯的加工技术[J]. 山西果树, 2013(1): 17-18.
- [20] 姚瑞祺, 马兆瑞. 大樱桃综合加工技术[J]. 农产品加工, 2014(2): 64-65.
- [21] 杨 硕, 张双灵, 姜文利, 等. 低糖大樱桃裂果果脯的加工工艺及品质评价[J]. 现代食品科技, 2021, 37(1): 192-198; 267.
- [22] 刘笑宏, 慈志娟, 唐美玲, 等. 大樱桃酒加工工艺要点[J]. 烟台果树, 2020(4): 55.
- [23] 庄志发, 冯紫慧, 王凤艳. 发酵法半甜型樱桃酒的研制[J]. 山东食品发酵, 2009(2): 47-49.
- [24] 庄志发, 冯紫慧. 甜樱桃露酒的研制技术[J]. 山东食品发酵, 2011(2): 40-42.
- [25] 张浩玉, 张 柯, 孙卫华. 我国樱桃深加工开发利用现状[J]. 广东农业科学, 2011, 38(9): 80-82.
- [26] 刘宝祥, 苏政波, 马 闯, 等. 樱桃果醋深层液态发酵工艺[J]. 食品工业, 2020, 41(6): 77-80.
- [27] 冯志彬, 刘林德, 王艳杰, 等. 樱桃果醋及其饮料的研制. 食品科学, 2009, 30(2): 292-294.
- [28] ERTAN K, TÜRKYILMAZ M, ÖZKAN M. Effects of natural copigment sources in combination with sweeteners on the stability of anthocyanins in sour cherry nectars [J]. Food Chemistry, 2019, 294: 423-432.
- [29] STINTZING F C, TRICHTERBORN J, CARLE R. Characterisation of anthocyanin-β-carotene mixtures for food colouring by chromatographic and hplc-dad-ms analyses [J]. Food Chemistry, 2006, 94(2): 296-309.
- [30] 徐渊金, 杜琪珍. 花色苷分离鉴定方法及其生物活性[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(3): 67-72.
- [31] 郑 恒, 刘杰超, 焦中高. 甜樱桃红色素的提取与纯化工艺研究[J]. 中国食物与营养, 2009(4): 42-44.
- [32] 杨青珍, 王 锋, 孙元琳. 甜樱桃果实红色素的提取和稳定性研究[J]. 食品科学, 2010, 31(4): 120-122.
- [33] 李 洋, 钦传光, 尚晓娅, 等. 甜樱桃色素的提取及抗氧化活性[J]. 化学研究, 2008, 19(4): 28-31.
- [34] LICHTENTHLER R, MARX F. Total oxidant scavenging capacities of common european fruit and vegetable juices [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(1): 103-110.
- [35] 邸圆媛, 窦 月, 王 森, 等. 甜樱桃抗氧化物质的提取及稳定性研究[J]. 安徽农学通报(上半月刊), 2010, 16(3): 180-181.
- [36] 韩文强, 冯居秦. 樱桃核提取物在中草药化妆品研发中的应用[J]. 中国美容医学, 2019, 28(9): 171-173.
- [37] FARROHI F, MEHRAN M. Oil characteristics of sweet and sour cherry kernels [J]. Journal of the American Oil Chemists Society, 1975, 52(12): 520-521.
- [38] KAMEL B S, KAKUDA Y. Characterization of the seed oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum [J]. Journal of the American Oil Chemists Society, 1992, 69(5): 492-494.
- [39] 王春玲. 烟台大樱桃仁油理化性质及脂肪酸组成分析[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(2): 65-73.
- [40] 任晓丹. 甜樱桃核化学成分及生物活性的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2015.
- [41] 钱琳琳, 黄兰兰, 柯 旺, 等. 樱桃核挥发油的成分分析及抗氧化活性研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(10): 161-163.
- [42] 扶庆权, 王海鸥, 陈守江, 等. 樱桃籽总黄酮的提取及抗氧化活性研究[J]. 南京晓庄学院学报, 2017(6): 79-84.
- [43] CHENG G, XU J, MIAO X, et al. Characterization and antitumor activities of the water-soluble polysaccharide



- from *Rhizoma Arisaematis* [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2012, 90(1): 67-72.
- [44] 胡晓倩, 吴永祥, 李长江, 等. 樱桃核的主要成分及水溶性多糖的体外抗氧化测定[J]. *天然产物研究与开发*, 2020, 32(4): 600-606.
- [45] 王春玲. 烟台大樱桃仁蛋白的提取及功能性研究[J]. *食品研究与开发*, 2015, 36(4): 23-27.
- [46] 冉军舰, 卢奎, 朱雨莹. 樱桃仁蛋白的提取[J]. *粮油加工*, 2007(2): 56-61.
- [47] 郭鹏. 酶法制备樱桃籽抗氧化多肽的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [48] 张媛媛, 王磊, 刘嘉坤. 响应面优化超声波辅助酶解法制备樱桃核抗氧化多肽的研究[J]. *保鲜与加工*, 2018, 18(4): 84-90.
- [49] 廖天江. 天水大樱桃叶总黄酮体外抗氧化性能研究[J]. *商情*, 2020(18): 199.
- [50] 刘德胜, 刘为忠, 吕青志. 樱桃叶中黄酮类成分的定性定量研究及体外抗氧化活性初步评价[J]. *中国药房*, 2012, 23(31): 2934-2937.
- [51] 李晨. 樱桃叶中黄酮类化合物成分的研究[D]. 天津: 天津商业大学, 2013.
- [52] 刘德胜, 颜玲, 韩景田. 樱桃叶多糖的提取、鉴别及定量测定[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(21): 10861-10862.
- [53] 刘德胜, 刘为忠, 颜玲. 樱桃叶多糖的抗氧化活性研究[J]. *中国生化药物杂志*, 2012, 33(5): 571-574.
- [54] 崔明, 王欣婷, 孙婷, 等. 苯甲酸与山梨酸的危害及检测方法[J]. *品牌与标准化*, 2015(9): 51-53.
- [55] 蔡敏. 食品添加剂拒绝滥用[J]. *北京工商*, 2003(3): 38-39.
- [56] 中国农村科技编辑部. 健康中国看食品新型加工与绿色制造研发[J]. *中国农村科技*, 2021(10): 2-6.
- [57] 张浩玉, 张柯, 孙卫华. 我国樱桃深加工开发利用现状[J]. *广东农业科学*, 2011, 38(9): 80-82.