

果脯加工工艺研究进展

赵文玉, 杨新建, 李开鑫, 李晓红*

北京农业职业学院, 食品与生物工程学院, 北京

收稿日期: 2026年5月28日; 录用日期: 2026年6月26日; 发布日期: 2026年7月8日

摘要

果脯是我国历史悠久的传统休闲食品, 近年来其加工工艺正逐步向低糖、低脂及功能化方向转型。本文围绕果脯生产的关键工艺环节展开综述。在原料预处理阶段, 传统亚硫酸盐护色正被柠檬酸、抗坏血酸、植酸等无硫复配护色剂以及微波灭酶等新型技术替代, 同时采用氯化钙、葡萄糖酸内酯等复合硬化剂改善质构。糖渍工艺中, 为适应低糖果脯需求, 真空渗糖、微波渗糖和超声波渗糖等技术可有效提升渗糖效率并减少营养损失, 而海藻糖、赤藓糖醇等新型糖类常与蔗糖复配使用。烘干环节除了传统热风干燥外, 微波干燥、真空干燥、热泵干燥及其联合工艺能更好地保留产品色泽与风味。对于低糖果脯, 微波杀菌、低温等离子杀菌等冷杀菌技术及栅栏技术逐渐成为主流。在包装贮藏方面, 真空包装、高阻隔复合材料包装及可食用膜技术可有效延长产品保质期。综上, 果脯加工正通过护色、硬化、渗糖、干燥及杀菌等环节的技术创新, 不断提升产品的安全性、营养品质与贮藏稳定性。

关键词

果脯, 加工工艺, 低糖化, 护色, 渗糖, 杀菌

Research Progress on Preserved Fruit Processing Technology

Wenyu Zhao, Xinjian Yang, Kaixin Li, Xiaohong Li*

College of Food and Bioengineering, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: May 28, 2026; accepted: June 26, 2026; published: July 8, 2026

Abstract

Preserved fruit is a traditional leisure food with a long history in China. In recent years, its processing technology has been gradually shifting toward low-sugar, low-fat, and functional directions.

*通讯作者。

文章引用: 赵文玉, 杨新建, 李开鑫, 李晓红. 果脯加工工艺研究进展[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(4): 354-361.
DOI: 10.12677/hjfn.2026.154040

This paper provides a review of the key technological steps in preserved fruit production. In the raw material pretreatment stage, traditional sulfite-based color protection is being replaced by sulfur-free compound color protectants such as citric acid, ascorbic acid, and phytic acid, as well as novel techniques like microwave enzyme inactivation. Meanwhile, compound hardening agents including calcium chloride and glucono delta-lactone are used to improve texture. In the candying process, to meet the demand for low-sugar preserved fruit, technologies such as vacuum sugar infiltration, microwave sugar infiltration, and ultrasonic sugar infiltration effectively enhance sugar infusion efficiency and reduce nutrient loss, while novel sugars like trehalose and erythritol are often used in combination with sucrose. For the drying stage, in addition to traditional hot air drying, microwave drying, vacuum drying, heat pump drying, and their combined processes better preserve product color and flavor. For low-sugar preserved fruit, cold sterilization technologies such as microwave sterilization and low-temperature plasma sterilization, as well as hurdle technology, are becoming mainstream. In terms of packaging and storage, vacuum packaging, high-barrier composite material packaging, and edible film technology can effectively extend product shelf life. In summary, preserved fruit processing is continuously improving product safety, nutritional quality, and storage stability through technological innovations in color protection, hardening, sugar infiltration, drying, and sterilization.

Keywords

Preserved Fruit, Processing Technology, Low-Sugarization, Color Protection, Sugar Infiltration, Sterilization

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

果脯是我国具有传统特色的休闲食品，它是以新鲜果蔬为原料，经过去皮、挖核、去糖、干燥等工艺，制成的具有果蔬固有营养和风味既耐贮存，又易携带的休闲食品。《礼记》中有“枣、栗，饴蜜以甘之”的记载，可见果脯类制作已有相当的历史；宋代《武林旧事》中有“雕花蜜饯”的记录，这标志着果脯技艺制作已经非常完善；明清时期，形成了京南各地风格各异的果脯流派，果脯成为具有较高食用和艺术价值的代表产品[1]。

伴随着消费者对果脯口味和种类的需求持续增多，近年来，果脯加工领域持续创新发展，逐步向低糖、低脂、高纤维及功能化方向转型。同时，更多具有特定功能的果脯产品也陆续出现，如在果脯中添加益生菌、维生素，或赋予其抗氧化功效等，进一步丰富了消费者的选择。因此，系统梳理果脯加工工艺、明确质量控制核心要点、探索产业整体发展方向，对推动果脯产业实现持续健康发展具有重要意义。

本文对果脯从原料的选择与初加工及糖渍、烘干、包装等主要工艺环节和各种果脯工艺的共性和特性进行简述；对果脯产品多样性创新进行梳理，以为果脯加工企业提供借鉴，为果脯产业健康、持续、高效、标准化发展提供一份力量。

2. 果脯的关键加工工艺

2.1. 总体技术路线

果脯生产的原理可以概括为：利用高浓度糖液的渗透压作用使果品中水分析出，以达到抑制微生物、

防腐保藏的作用，并在此过程中赋予产品独特的风味与质构。

传统果脯的生产过程可分为前处理、煮渍、干燥和包装四个部分，果脯的总体加工流程见图 1。

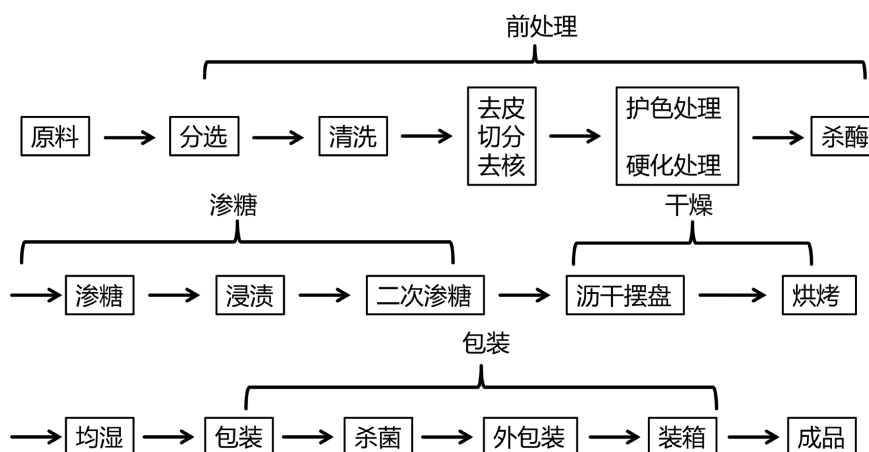


Figure 1. Processing technological process of preserved fruit [2]

图 1. 果脯的加工工艺流程[2]

2.2. 原料预处理与品质保持技术

在果脯加工领域，原料从采摘验收后到糖制工序前会经历一系列预处理过程，主要为了最大程度地维持或提升果脯成品的色泽、质地、风味及营养等核心品质，为后续工艺操作提供符合要求的物料。

2.2.1. 传统护色处理与替代方案研究

在护色环节，传统亚硫酸盐类护色剂的应用虽能抑制褐变，具有一定杀菌功效，但易产生硫残留超标的风险。

近些年来，果脯加工领域对新型护色技术关注度升高。除了传统的亚硫酸盐护色方法，研究者们转向开发应用多种无硫护色剂，像柠檬酸[3]、抗坏血酸、植酸[4]、食盐溶液[5]、植物提取物等[6]，这些物质既能有效避免果脯发生褐变，又能增强产品的安全性与健康属性。李凤霞等人通过对比多种护色剂在苹果果脯上的应用效果，观察到护色效能按植酸 > 抗坏血酸 > 柠檬酸 > NaCl 的顺序递减[7]。在实际应用中，使用多种护色剂复合对果脯制品护色效果更佳。卢珍兰等人[8]的研究发现，采用 0.3%抗坏血酸与 2%食盐进行复配护色，能够有效抑制余甘果的酶促褐变；蔡晨翔在研究中发现 0.2%柠檬酸、0.5%氯化钙与 0.4%L-半胱氨酸配伍可作为草莓果脯的最佳护色剂，与常规含硫护色剂处理对比具有样品花青素、酚类物质保留率更高的效果[9]，为该技术的推广应用提供了有力依据。

除了上述护色剂添加外，高温烫漂处理抑制酶活也是预防褐变的主要方法，这一过程可为后续渗糖工艺提供一定便利，并起到改善果脯品质的效果。但介于此种方法会使维生素等营养成分损失较大[10]，目前研究人员也开发出了替代方法。其中微波灭酶作为一种新形式安全技术，已逐步应用于果脯护色领域。微波可以缩短果子中酶的存活时间，且处理时间较短，进而可高效减少物料处理时酶活对其内部营养和结构的破坏[11]。适当的微波处理还可以去除果子中的空气，因而可作为替代二氧化硫熏蒸护色的一种新型方法，其在保留酚类营养物质方面比蒸汽烫漂更具有优势。Fang 等人研究表明[12]相较于蒸汽烫漂技术，微波技术能更多地保留酚类物质，酶失活效率和护色效率更高。值得注意的是，需要针对不同果子调整微波工艺参数，以进一步提高微波烫漂技术的操作控制性，使微波能与果实接触更均匀，以更好地控制好灭酶程度[13]。

2.2.2. 质构改良研究

在渗糖步骤前,常对果蔬原料进行一定的质构改良,以达到更优的质构和口感。硬化处理是一种常见方法,是采用硬化剂溶液浸泡原料,将水溶性的果胶酸生成非水溶性的果胶酸钙等坚硬性的物质[2]。钙盐溶液是目前应用最广泛的果蔬硬化液[14][15]。但使用单一钙盐存在效率低、生产成本低、可能有苦味残留等问题[16],针对上述问题,科研人员在开发新型、复合型硬化溶液,如:加入0.3%明矾溶液进行硬化处理结合0.4%柠檬酸溶液调节,可以获得口感较佳的杏脯[17];将0.15%葡萄糖- δ -内酯与0.3%氯化钙复配,制作蓝莓果脯硬化效果、口感最佳[18];1%果胶、0.3% CaCl_2 与10%甜菊糖的复配体系在提升猕猴桃果脯硬化效果、维持营养品质及适应低糖需求方面具有显著优势[19]。

除了硬化处理外,针对不同特点的果胚原料,还会使用酶等添加物来改善其自身质构特点优化口感,如:黎小春等人发现在制作山楂果脯时添加纤维素酶0.3%,酶解2h,结合烫漂工艺能使之具备良好的感官性状[20];孙如玉采用角质酶、纤维素酶和果胶酶复合对樱桃番茄果皮进行预处理,提升其渗透性,该酶促渗糖工艺在提升产品风味的同时也使果脯益生性能得到开发[6]。

上述硬化方式均需结合不同果脯特点和制作工艺调整对应硬化时间、硬化温度和硬化剂浓度[21],以免得到成品口感粗糙、纤维感重。此外,不同的渗糖方式也会对果脯质地产生影响,盛金凤等人发现真空渗糖方式会对芒果果脯色泽、质构产生明显影响[22]。

2.3. 糖渍工艺

在果脯加工中,糖渍是一项重要工艺,是形成果脯最终风味和外观的主要环节。传统的糖渍工艺主要围绕利用高浓度糖液和果体内部的渗透压差使水分发生转移,以达到脱除水分的目的。传统糖渍工艺主要分为蜜制(冷制)和煮制(热制)两种,具体根据果品特点进行选择。研究人员逐渐发现,传统方法存在耗时较长、营养物质损失比例大,以及原果风味损失严重的问题。

近年来,为满足大众对健康食品的需求,低糖果脯的市场占有率不断提升。这种果脯的含糖量约为40%~55%,比传统果脯低约20%。为改善因糖含量下降带来的口感下降和渗糖效率低的问题,研究人员目前开发出微波渗糖、超声波渗糖、真空渗糖等新工艺,针对低糖果脯的渗糖过程做出调整,并采用电子鼻、扫描电镜等先进的评价技术,从营养、风味、组织结构等多维度全方位完成科学客观评价[23]。低糖化果脯的渗糖工艺不仅要保证良好的渗糖效率,还需同时兼顾护色、保鲜和填充物质的渗透,使低糖果脯在维持传统果脯优良外观口感的基础上,耐储性能得到提升,从而更好地兼顾健康属性与商品价值。

真空渗糖技术的核心在于利用真空环境使果肉组织内部气压降低,促使细胞间隙的气体逸出;恢复常压时,外部糖液与细胞内部形成瞬时压差,从而驱动糖分快速渗透进入果肉细胞。相关研究表明,真空渗糖技术可以很好地保留活性成分的含量,由于其会降低果体内部的含氧量,所以减少了果体内部的氧化反应,因此原果香气损失较少[23][24]。该技术中对于真空度的精准控制尤为重要。微波渗糖能通过微波升温使食品中水分气化,进而促进气体从果蔬组织内部排除,形成渗透压,水分气化产生的压力使细胞间隙增大,形成孔道,糖液传质阻力降低,糖液渗透效率提升。该技术能有效解决低糖果脯糖液浓度低、渗入难的问题[25][26]对于热敏性营养活性成分会造成较大损失,如酚类等物质易受高温影响,因此使用微波技术进行渗糖时处理时长应有针对性地优化,此外微波功率的工艺参数也较重要[27]。超声波渗糖可以明显减少糖渍加热过程中对于果品组织结构的破坏,通常超声波可以在液体“空穴作用”下瞬间击穿植物细胞细胞膜。研究人员发现,在制作果脯时利用超声波渗糖可最大程度地减少果品结构破坏程度,提高渗糖效率[22],对于保持产品色泽、质构和感官品质具有突出优势[28][29]。

对于符合“低糖”要求的新型糖类,例如海藻糖、赤藓糖醇、麦芽糖醇等,由于其溶解度通常比蔗糖低,单纯替代蔗糖难以实现渗糖驱动力和产品本身凝胶特性,因而一般会与蔗糖复配,并结合上述新型

渗糖技术，以实现最佳渗糖效果[30]-[32]。

2.4. 烘干工艺

在果脯的生产流程中，烘干是影响成品质量的关键环节之一。新鲜水果经过糖渍后，内部充满糖分，但水分含量高。烘干的目的是使最终产品达到适宜含水率，实现在抑制微生物生长繁殖的同时能有效维持果脯形态特征与外观色泽。干燥过程中水分蒸发会带动糖分向表面迁移，在表面形成致密糖衣，这不仅在一定程度上隔绝氧气，延缓氧化变质，还有利于保持产品风味。因此，烘干工艺的优劣直接决定了果脯的保质期、口感、色泽和风味。

食品工业中传统的果脯烘干工艺多采用热风恒温干燥法，其设备简单、操作方便。但由于热风从物料表面掠过，易造成果脯表面先干、内部后干，褐变程度高，且在较高温度下热敏性营养物质损失较大。为解决上述问题，研究者近年尝试将微波、真空、红外、热泵干燥等新技术引入果脯干燥环节。

微波干燥的核心原理是利用高频电磁场对果蔬内部水分产生介电加热效应，使水分从内向外迁移，实现果脯产品快速脱水。这种模式可以较大程度缩短干燥时间，避免表面先干结壳，并且干燥程度较为均匀。利用微波技术进行干燥，能较好保留产品中原有维生素 C 的含量[33]，因此在新型低糖果脯加工领域较为热门。目前多将微波技术与热风干燥技术联合，并在实践研究中取得了很好的效果。刘贵阁等人实验研究表明，微波-热风干燥所得到的黄桃果脯在感官品质、营养素含量、产品色泽和香气成分含量等方面均表现出明显优势[34]；祝美云等人利用微波-热风干燥技术制作复合低糖果脯，干燥效率显著提升，所得产品品相良好，保质期长[35]。

真空干燥技术通过在特定真空环境下制造负压，果品中水分沸点下降，进而实现低温脱水。虽然相关研究表明了真空干燥在某些方面具有较大优势，如王春荣等人发现与鼓风干燥和微波干燥相比，真空干燥后的蓝莓果脯具有更好的风味和色泽[36]；孙海涛等人通过组合试验表明真空干燥对于野生软枣猕猴桃果脯具有干燥时间适宜、产品感官品质好的优点[37]，但由于其能耗大、成本高等问题，目前该技术主要应用于高附加值产品的生产。同时也有相关研究者发现真空-微波技术组合[38]，或将真空冷冻干燥-微波真空干燥技术联合能实现果脯品质良好且干燥时间大幅缩短[39]。

热泵干燥在果脯领域的工业占比较大，其原理是基于逆卡诺循环，将热量从低温热源通过压缩机变成高温热源并加热空气，当热空气通过干燥室时，吸收果脯物料水分，形成湿度较高的热空气，随后进入蒸发器，被制冷剂吸收热量并从液态转化成气态，随后空气中的水分被冷凝后排出，干空气再加热循环，实现连续干燥[40]，因此热泵干燥被认为是高效并且环境友好[41]。但存在温控精准度的问题，因此目前常使用复合热泵干燥技术替代单一热泵干燥法，来实现最佳果脯干燥效果[40]。

除上述方法外，红外辅助、太阳能辅助干燥技术也正在被研究者开发实践，干燥工艺过程的精准控制也日益受到重视。随着高光谱成像、近红外光谱等在线检测技术的发展，使得水分含量、糖度、色泽等指标可以被实时监测。研究人员正致力于将这些数据与机器学习算法结合，可以建立干燥过程的预测模型，自动调整温度、湿度和风速，避免过度干燥或干燥不足[42]。

2.5. 灭菌

灭菌环节可以有效去除食品的生物性污染，最大程度地提高果脯产品的食用安全性。随着低糖果脯盛行，由于其渗透压较高糖果脯有所下降，为防止耐高渗微生物影响果脯成品品质，因此必须进行杀菌处理[43]。

目前主流的灭菌方法是微波杀菌，其通过破坏微生物蛋白生理活性、结构和细菌膜电位，进而影响其生长、代谢和增殖，起到保鲜效果。郭欣等人[44]结合栅栏技术使微波杀菌在低糖番石榴中起到良好防

腐作用, 谢家文等人[45]发现将微波时间设置成 20 s、功率设置成 630 W, 辅助臭氧通入 10 min 实现最佳抑菌效果。此外, 张亚男等人使用低温等离子工艺在频率 110 Hz, 电压 75 kV 条件下处理八分钟, 微生物灭菌率达到约 97% [46]; 辐照处理和脉冲光杀菌也能提高果脯保质期能起到较好的杀虫灭菌作用[47][48]。总体来看目前针对果脯, 尤其是低糖果脯的灭菌技术正从热杀菌向冷杀菌转变、从单一技术向栅栏技术发展。

2.6. 包装与贮藏

在果脯的包装贮藏环节, 光照、氧气、环境湿度及微生物等因素均会对产品的最终品质产生显著影响。尤其是当前果脯产业从高糖向低糖转型的工艺调整, 会导致果脯渗透压下降、水分活度升高, 微生物腐败风险随之增加。因此, 除在干燥环节尽可能降低水分活度外, 还须在包装和贮藏环节实施更为严格的控制措施。为此, 研究人员围绕包装材料与贮藏条件的优化开展了大量探索。

沈夏筠对比了真空包装、保鲜袋包装与无包装三种方式对含水量 30%的荔枝干在 25℃贮藏条件下好果率的影响, 结果发现, 贮藏结束时三者的好果率分别为 65%、40%和 20%, 表明真空包装显著延缓了果干的品质劣变[49]。朱莉莉等人[50]对比三种包装材料, 即 PE、PET/NY/AL/PP, PET/AL/PET, 最终发现符合包装材料与普通 PE 包装相比对于蜜枣透氧量小、阻湿性强, 性能优良。Udomkun 等研究了包装材料对番石榴干贮藏稳定性的影响, 发现铝箔包装相比聚丙烯包装更能有效抑制水分活度、水分含量及褐变度的上升, 从而更好地维持产品品质[51]。此外, 可食用膜技术在果蔬制品保鲜中的应用日益受到关注。在果脯领域, 凌晓冬等将低糖果脯涂覆海藻酸钠-小麦醇溶蛋白制备复合膜, 不仅有效控制了糖分的过度渗入, 而且在后续贮藏期间与低温条件协同作用, 显著减少了褐变程度, 保护了产品品质, 展现出良好的应用潜力[52]。综上, 优化包装材料与引入可食用膜技术配合适当贮存方法, 是提升果脯贮藏稳定性的有效途径。

3. 结语

目前, 果脯加工技术正围绕低糖化、无硫护色、高效渗糖、节能干燥及冷杀菌等方向快速发展, 呈现出从传统经验型向现代精准化、绿色化、智能化转型的显著趋势。本文系统综述了果脯加工的工艺流程、质量控制要点及未来发展趋势, 指出果脯作为一种传统休闲食品, 在保留水果天然风味的同时, 正通过工艺优化与技术创新不断提升其营养与健康属性。文章强调了从原料选择、预处理、糖渍、烘干到包装贮藏各环节的关键技术参数和质量控制措施, 并针对当前果脯产业存在的含糖量高、硫残留、能耗大等问题, 提出了绿色加工、低糖化、智能化设备等发展方向。未来果脯产业应继续推动工艺标准化、营养功能化与生产智能化, 以实现可持续发展并满足消费者对健康、安全、多样化产品的需求。

基金项目

北京农业职业学院校级科研创新团队项目: 特色食品关键技术集成及产品定向研发(项目编号: XY-TD-25-03); 北京农业职业学院校级科研项目: 花青素基纳米纤维可视化标签用于牛肉新鲜度监测研究(项目编号: XY-BS-26-02); 北京农业职业学院校级科研项目: 低温等离子体活化水对萝卜芽苗菜采后保鲜的应用研究(项目编号: XY-YF-23-03)。

参考文献

- [1] 翁宇轩, 孙云帆, 夏文溪, 邵天熠. 低糖果脯加工工艺的研究进展[J]. 食品界, 2021(9): 104-105.
- [2] 黄宁, 陈潇荷, 杨冉, 等. 果脯加工工艺及其品质变化机制研究进展[J]. 农产品加工, 2025(2): 98-105+110.

- [3] 黄燕婷, 田程飘, 罗朝丹, 等. 余甘子果脯加工护色工艺优化研究[J]. 食品科技, 2025, 50(10): 131-138.
- [4] 杨金英, 王剑平. 甘薯果脯护色的试验研究[J]. 农机化研究, 2004(1): 177-179.
- [5] 李凤霞, 胡元庆, 江云, 等. 不同护色剂处理对雪莲果果脯护色效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2020, 20(5): 180-184.
- [6] 孙如玉. 复合酶辅助樱桃番茄果脯加工及角质酶在 *Bacillus subtilis* 中的高效制备[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2024.
- [7] 李凤霞, 雷清玉, 盛红叶, 等. 工艺参数对苹果果脯护色效果的影响[J]. 食品与机械, 2020, 36(4): 207-211+215.
- [8] 卢珍兰, 覃丹, 余森艳, 何文, 李致宝, 梁梦林, 等. 低糖余甘果果脯加工工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(10): 155-162.
- [9] 蔡晨翔. 草莓脯加工贮藏中色泽变化与护色研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2025.
- [10] 冯媛媛. 欧李营养成分分析及低糖欧李果脯的开发[D]: [硕士学位论文]. 保定: 河北农业大学, 2015.
- [11] 宋彦显, 闵玉涛, 李靖靖. 低糖果脯护色技术研究进展[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(4): 41-43+17.
- [12] Fang, K., Xu, H. and Wu, M. (2024) Comparative Study on Enzyme Activity, Microstructure, Drying Kinetics, and Physicochemical Properties of Apple Slices Affected by Microwave and Steam Blanching. *International Journal of Food Engineering*, 20, 331-346. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2024-0016>
- [13] 张建威, 卢千慧, 祝美云. 低糖雪莲果果脯微波烫漂护色和渗糖工艺优化[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(8): 249-252.
- [14] 秦世蓉, 左勇, 何颂捷, 等. 猕猴桃果脯制作工艺优化[J]. 食品工业科技, 2019, 40(24): 152-159.
- [15] 蒋变玲, 华碧禾, 孙雪洁, 等. 姜味低糖番茄果脯加工工艺研究[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2019, 33(3): 53-56.
- [16] 肖春玲. 圣女果脯生产工艺研究[J]. 运城高等专科学校学报, 2002(5): 54-56.
- [17] 武士科, 李洁. 仁用杏果脯加工工艺研究[J]. 安徽农学通报, 2024, 30(7): 90-93.
- [18] 焦淑婷. 蓝莓果脯的研制及生产车间设计[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2016.
- [19] 蔡雨真, 金鑫, 毕金峰, 等. 果胶-钙离子-糖液协同作用对低糖猕猴桃果脯硬化的影响[J]. 食品科学, 2026, 47(1): 69-76.
- [20] 黎小椿, 郭晓美, 余诚伟, 等. 漂烫协同酶解大果山楂果脯加工工艺优化及品质分析[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(14): 98-104.
- [21] 齐治国, 蒋玉梅, 毕阳, 等. 低糖籽瓜果脯加工工艺条件的筛选[J]. 食品工业科技, 2009, 30(6): 265-267+301.
- [22] 盛金凤, 李丽, 孙健, 等. 不同渗糖方式对芒果果脯品质及组织细胞的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(6): 202-206.
- [23] 沈雪玉, 陈日辉, 林钰婷, 等. 渗糖方式对加应子果脯营养、香气及果肉结构的影响[J]. 热带作物学报, 2022, 43(5): 1085-1093.
- [24] 冯恬. 苹果新品种“美红”制备低糖高类黄酮果脯的适用性研究[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2020.
- [25] 桑田. 基于介电特性的低糖黑莓果脯的微波渗糖工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2017.
- [26] 袁芳, 李丽, 黄秋婵, 等. 正交试验优化芒果果脯微波渗糖工艺[J]. 中国酿造, 2019, 38(9): 172-176.
- [27] 王愈, 马世敏. 微波渗糖加工低糖橙皮果脯的工艺研究[J]. 中国食品学报, 2011, 11(1): 91-97.
- [28] 毛悦, 冯意, 谭韩英. 不同渗糖工艺对香水柠檬皮果脯品质的影响[J]. 现代食品, 2025(15): 89-93.
- [29] 李兴武, 章黎黎. 渗糖方式对脆红李果脯品质及香气的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(21): 79-84.
- [30] 牛丽影, 蔡晨翔, 李大婧, 等. 海藻糖替代蔗糖浸渍处理对草莓脯品质的影响[J]. 食品科学, 2025, 46(7): 100-106.
- [31] 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.
- [32] 唐丽丽, 刘明, 龙明华, 等. 超声波辅助加工低糖刺梨果脯工艺[J]. 农村新技术, 2026(2): 69-70.
- [33] Santos, P. and Silva, M.A. (2008) Retention of Vitamin C in Drying Processes of Fruits and Vegetables: A Review. *Drying Technology*, 26, 1421-1437. <https://doi.org/10.1080/07373930802458911>
- [34] 刘贵阁, 钟耀广, 乔勇进, 等. 干燥方式对黄桃果脯品质的影响[J]. 食品与机械, 2022, 38(9): 165-170.
- [35] 祝美云, 李梅, 田莉. 马铃薯菠萝复合低糖果脯的研制[J]. 浙江农业学报, 2009, 21(2): 106-110.
- [36] 王春荣. 低糖蓝莓果脯加工工艺及其保藏性的研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2012.

- [37] 孙海涛, 金昱言, 邵信儒, 等. 真空干燥对野生软枣猕猴桃果脯感官品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(10): 82-87.
- [38] 何茸茸, 牛丽影, 李大婧, 等. 真空微波干燥对草莓脯品质的影响[J]. 食品工业科技, 2024, 45(16): 64-72.
- [39] 邢晓凡, 刘浩楠, 姚飞, 等. 不同干燥方式对黄桃果干品质的影响[J]. 食品工业科技, 2023, 44(24): 327-333.
- [40] Zhu, L., Ji, X., Yang, H., *et al.* (2025) Heat Pump Technology in the Field of Fruit and Vegetable Drying: A Review. *Foods*, **14**, Article 2569. <https://doi.org/10.3390/foods14152569>
- [41] 张艳亭, 王文亮, 杨正友, 等. 新型节能干燥技术在果蔬加工中的应用及研究热点分析[J]. 食品与发酵工业, 2025, 51(24): 387-396.
- [42] Wang, Z., Zhang, M., Mujumdar, A.S., *et al.* (2025) AI Technology in Smart Drying of Foods: A Critical Review of Research and Applications. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **103**, Article 104052. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104052>
- [43] 于华洋. 低糖姜脯的保藏性研究[D]: [硕士学位论文]. 泰安: 山东农业大学, 2014.
- [44] 郭欣. 栅栏技术在低糖番石榴果脯防腐中的应用[J]. 新余学院学报, 2019, 24(6): 51-55.
- [45] 谢家文, 倪泽平, 郭美媛, 等. 微波和臭氧处理对果脯的杀菌效果及品质变化分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(7): 138-144.
- [46] 张亚男. 非热杏脯渗糖工艺优化及干燥保藏品质研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2024.
- [47] 北京师范大学. 辐照食品特有的卫生标准安全性研究——干果果脯辐射杀虫卫生材料研究[R]. 北京: 北京师范大学, 2005.
- [48] 曹玉兰. 风味低糖笋脯加工技术研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2006.
- [49] 沈夏筠. 荔枝热风干燥及包装贮藏技术研究[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [50] 朱莉莉. 蜜枣的褐变因素相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2021.
- [51] Udomkun, P., Nagle, M., Argyropoulos, D., *et al.* (2016) Compositional and Functional Dynamics of Dried Papaya as Affected by Storage Time and Packaging Material. *Food Chemistry*, **196**, 712-719. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.103>
- [52] 凌晓冬. 可食用膜对低糖半干苹果块加工品质和贮藏稳定性的影响[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2021.