

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2022.80308

黄花菜贮藏及加工研究进展

Research progress on storage and processing of post-harvest daylily

陈 乐 赵超凡 刘亚平 王 愈 张立新
 CHEN Le ZHAO Chao-fan LIU Ya-ping WANG Yu ZHANG Li-xin

(山西农业大学食品科学与工程学院, 山西 太谷 030800)

(College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030800, China)

摘要: 阐述了黄花菜的基本营养成分及采后生理变化,对黄花菜产业发展现状及贮藏保鲜技术、加工工艺进行了概述,并对黄花菜加工技术进行了展望。

关键词: 黄花菜; 采后; 贮藏; 加工

Abstract: The basic nutrition components and physiological changes after harvest of daylily were described, and the development status of daylily industry and storage and preservation technology were summarized in this review. Finally, the processing technology of daylily was prospected.

Keywords: daylily; post-harvest; storage; processing

黄花菜(*Hemerocallis citrina* Baroni)又名金针菜、忘忧草,属于百合科萱草属植物,是一种常见的药食两用蔬菜^[1]。黄花菜中的卵磷脂含量可达 3.99 mg/g^[2],因此黄花菜又被人们称为“健脑菜”。黄花菜的采收时间一般为 6~8 月,正是温度较高和雨水充沛时期。鲜食黄花菜在采收后,由于蒸腾作用、呼吸作用,内外品质会发生显著变化^[3]。外观上,采收后的黄花菜在常温下很快会出现失重、失鲜的特征。内在品质上,在贮藏期间叶绿素、黄花菜内部的还原糖、可溶性蛋白等营养物质以及相关酶的活性会发生一定的变化,随着贮藏时间的延长,各营养物质含量整体呈下降趋势。其中,叶绿素的含量与色泽的变化密切相关,随着贮藏期的延长,叶绿素逐渐被降解,表现为失绿黄化;还原糖作为呼吸作用的底物,贮藏过程中不断被消耗;而可溶性蛋白是反映黄花菜衰老程度的重要指标,同时是风味形成的重要物质,主要与天冬氨酸、甘氨酸等鲜味氨基酸的存在相关,随着贮藏时间的延长,可溶性蛋白不断降解,黄花菜衰老进程逐渐加快且

风味不断劣变。此外,贮藏过程中,黄花菜内部会产生丙二醛(MDA)等有害物质,有害物质的存在会降低多种酶如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的活性,这些酶具有抗氧化、清除自由基的作用,进一步使黄花菜衰老进程加快,甚至发生腐败变质^[4]。同时,由于采后的黄花菜后熟作用骤然加快,花蕾开放,黄花菜中的多种化合物流出使其产生一定的毒性,但具体原因不详^[5],因此探索黄花菜贮藏保鲜技术及加工工艺,满足消费者对鲜黄花菜的需求已成为重中之重^[6-7]。

当前关于黄花菜的研究众多,但大多数只对黄花菜的某一方面进行了研究或概述,总体来说较为片面、零散。研究拟对黄花菜采后的生理研究进展、贮藏保鲜技术、加工工艺以及现状进行系统性的概述和较全面的分析,以期对黄花菜高效开发和利用提供支持。

1 黄花菜的基本营养成分

黄花菜营养价值丰富,含有蛋白质、氨基酸、糖类、维生素等多种营养成分。并且在近几年的研究报道中发现黄花菜还含有多种类胡萝卜素、多酚类物质及 60 余种挥发性物质。其基本营养成分含量如表 1 所示。

中国种植黄花菜历史悠久,资源丰富,同时种植区域广,在湖南、湖北、甘肃、河南、陕西、山西等地均有种植,

表 1 黄花菜中的基本营养成分含量^[8]

Table 1 The content of basic nutrients in daylily

营养成分	单位	含量	营养成分	单位	含量
蛋白质	g/100 g	19.40	镁	mg/100 g	85.00
脂肪	g/100 g	1.40	维生素 A	μg/100 g	307.00
碳水化合物	g/100 g	27.20	维生素 B ₁	mg/100 g	0.05
膳食纤维	g/100 g	7.70	维生素 B ₂	mg/100 g	0.21
胡萝卜素	μg/100 g	4.00	维生素 B ₃	mg/100 g	3.10
锌	mg/100 g	3.99	维生素 C	mg/100 g	10.00
钙	mg/100 g	301.00	维生素 E	mg/100 g	4.92
锰	mg/100 g	1.21			

基金项目: 山西省大学生创新创业训练项目(编号: S202110113149);大同黄花产业发展研究院科研合作项目(编号:2020HXDTHH0)

作者简介: 陈乐,女,山西农业大学在读本科生。

通信作者: 刘亚平(1976—),女,山西农业大学副教授,硕士生导师,博士。E-mail:lyp0357@126.com

收稿日期: 2022-03-12

由于气候条件、土壤环境的不同,各地黄花菜的特色鲜明。山西大同更是享有“中国黄花之乡”的美誉,其独特的地理位置、气候条件以及沙质土壤,为黄花菜的生长提供了良好的环境,相比其他地区,该地产黄花菜蛋白质和纤维含量更高,受到众多消费者的青睐^[9]。

2 黄花菜贮藏保鲜

2.1 低温贮藏

温度是影响采后植株新陈代谢的重要因素。低温贮藏是植物采后保鲜的方法之一,低温可以增强抑制黄花菜氧化衰老的酶的活性,如 SOD、抗坏血酸过氧化物酶(APX),同时可抑制叶绿素和还原糖的降解和消耗,最终使黄花菜保持良好的色泽和营养价值^[10-11]。研究^[12]表明,0~2℃下黄花菜的贮藏效果最好,-1℃是黄花菜的最低贮藏温度。随着技术的不断发展,在最新的研究中,出现了两种更为先进的低温贮藏保鲜技术——低温等离子体技术和相温保鲜技术。低温等离子体技术可诱导多种酶如 SOD、POD 的活力,抑制有害物质的积累以及褐变,延长黄花菜的贮藏期^[13]。而相温保鲜技术是将黄花菜置于较小的范围内进行精准低温控制,使贮藏环境更加稳定,张鹏等^[14]研究揭示了黄花菜相温贮藏最适的温度为(0.5±0.1)℃。该方法不仅延长了黄花菜的贮藏期,而且有效抑制了贮藏期间香味物质的挥发,但经调查,此方法应用并不广泛,因为精准的低温控制需要更高的技术成本。

低温处理可延长黄花菜的贮藏保鲜期,同时贮藏前的预处理对黄花菜的贮藏保鲜也尤为重要。真空预冷、冷库预冷、蒸汽热烫、水热处理、护色液热烫都是较为常用的预处理方法。对于大中型企业来说,黄花菜数量较为庞大,多采用真空预冷、冷库预冷等。相比冷库预冷,真空预冷可以更好地减缓黄花菜贮藏过程中感官品质的劣变速度。而对于小型企业来说,考虑到设备和成本的问题,一般采用水热、蒸汽热烫等方法。蒸汽热烫、水热处理都可使黄花菜中的酶失活,从而抑制其解冻后的褐变过程。若将护色液加入水中进行热烫处理,可进一步保证解冻后黄花菜的质地,但热处理会使黄花菜中的营养物质损失较为严重^[15-16]。总的来说,冷处理相比热处理效果要好,不仅保证了黄花菜的质地,还保留了黄花菜中的营养物质。

2.2 气调保鲜

气调保鲜技术是在冷藏的基础上通过人为改变环境中的气体成分而达到保鲜的一种技术,主要通过调节环境中的氧气和二氧化碳的浓度,来抑制果蔬的呼吸作用、酶促褐变等^[17]。气调保鲜中气体的混合比例取决于产品的类型、包装材料和温度,三者达到合适的条件即可有效地抑制果蔬的呼吸作用,从而延长贮藏期^[18]。

包装材料的类型、厚度与保鲜剂、温度结合具有一定

的协同效应。研究^[19-22]表明,黄花菜在(5±1)℃的贮藏温度下,1 000 nL/L 的 1-甲基环丙烯(1-MCP)和 0.04 mm 的聚乙烯(PE)包装袋结合起来效果最好;而在室温下 250 μL/L 的 1-MCP 结合 PE 包装袋的效果最好。如用 30 μm 聚丙烯膜(CPP),将其与 0.5 g/L 鱼胶原蛋白肽(CP)结合,在(5±1)℃的贮藏温度下,黄花菜的各项生理指标评分最高。总的来说,气调保鲜技术是在冷藏的基础上实施的,首先要满足的是对温度的控制。

2.3 生物保鲜

生物保鲜技术是指将从动植物或微生物中提取的或利用生物技术改造而获得的保鲜剂作用于果蔬,以此来达到保鲜目的的技术措施^[23]。生物保鲜剂处理黄花菜主要有 3 种类型:利用微生物菌体及其代谢产物的保鲜、天然提取物的保鲜以及基因工程保鲜技术^[24]。一般市场上较为常见的方式主要是通过天然提取物——壳聚糖来处理黄花菜,壳聚糖能在果蔬表面形成半透性的膜,进而改变内部的气体环境,减少蒸腾损失,保持果蔬的品质并延长保鲜期,其成本较低、实施较为方便。若将其与纳米包装结合起来,效果更佳^[25]。也有研究^[26]探讨了微生物混合菌液浸泡的方式来延长黄花菜的贮藏期,发现其效果虽好但过程较为复杂,普及性不高。同时,目前利用生物保鲜技术和基因工程保鲜技术处理鲜黄花菜的研究较为鲜见,将来可以从此方向展开研究。

2.4 辐照保鲜

辐照保鲜是利用辐照能量杀灭果蔬中的微生物及昆虫,抑制新鲜果蔬的生命活动并破坏其酶活性,延缓成熟的一种保鲜方法,如电子束辐照、⁶⁰Co γ 射线辐照等^[27-29]。郑贤利等^[30]研究了⁶⁰Co γ 射线辐照新鲜黄花菜后的保鲜效果,结果表明辐照射线与多种因素如贮藏条件、包装材料、辐照剂量是具有协同作用的。低剂量⁶⁰Co γ 射线辐照搭配低温条件和 PE 材料包装更利于鲜黄花菜的保鲜,保持了其良好的品质。但辐照保鲜会对黄花菜的色泽、风味物质产生一定的影响,并且对于小型企业来说,成本较高,所以一般应用较少。

2.5 化学保鲜

化学保鲜是通过利用防腐剂、抗氧化剂等添加剂对果蔬进行保鲜的一种技术。化学保鲜处理黄花菜是一种常用的方法,常用的保鲜剂有亚硫酸盐、没食子酸丙脂等。Liu 等^[31]用硫氢化钠(NaHS)溶液处理黄花菜,显著降低了黄花菜的呼吸作用以及膜脂过氧化反应,延长了贮藏期。但越来越多的研究表明常用的化学保鲜剂会对人体健康造成一定的危害。而随着技术的创新、消费者安全意识的增强,大量的绿色天然保鲜剂如 6-苜氨基嘌呤(6-BA)、维生素 C 被应用于黄花菜的贮藏保鲜中,以期在确保安全的基础上延长贮藏期^[32]。绿色天然保鲜剂是一种不错的选择方向,其不仅成本低、使用方便,还安全。

以上为常用的一些保鲜贮藏技术,总体来说,随着消

消费者对果蔬食品的健康性和安全性更加关注,绿色保鲜技术越来越受到研究者的重视。

3 黄花菜加工研究现状

现如今,随着科技的发展以及果蔬加工行业的发展规模日益壮大,中国已成为世界上最大的果蔬生产、加工、输出的国家,其果蔬加工制品在农产品的出口贸易中占据相当重要的份额^[33]。同时,随着消费者对健康生活的要求愈来愈高,功能食品已成为国际上食品研究瞩目的热点,黄花菜因其富含多种功效,在食品行业占据着重要地位。黄花菜是常见的药食同源食品,随着工艺的不断优化发展,多种技术不断被应用于黄花菜的初深加工中,推动了黄花菜行业的发展^[34]。

同时,采后的鲜黄花菜贮藏期短,处理不当便会出现萎蔫、腐败等现象,特别是随着贮藏期的延长,花蕾开放,鲜食后会出现呕吐、身体不适等症状。在之前的报道中认为黄花菜中存在的秋水仙碱是造成食用黄花菜中毒的原因,但目前有研究发现,黄花菜中不含有秋水仙碱,汤敏娜等^[35]用高效液相色谱—四级杆—飞行时间质谱联用(HPLC-DAD-Q/TOF MS)方法检测不同品种、部位的黄花菜中秋水仙碱的含量,结果表明黄花菜中不含秋水仙碱;Qing等^[36]从基因水平上检测黄花菜中是否含有合成秋水仙碱及其前体化合物的同源基因,结果并未检出;Sun等^[37]用超高效液相色谱—串联高分辨质谱—多级裂解技术(UPLC-HRMSⁿ)对黄花菜中主要多酚类成分进行表征,结果显示在所处理样品中均未发现秋水仙碱。虽然有研究表明黄花菜中不含有秋水仙碱,但造成食用鲜黄花菜中毒的原因目前并未见详细的报道,目前较为认同的理论是,采收后的黄花菜随着贮藏期的延长,内部的多种化合物共流出组分引起的不良症状^[38]。因此采后的黄花菜应进行及时加工可有效避免此类情况的发生。

3.1 干制

干制是新鲜黄花菜采后最主要的加工方式及销售方法,干燥方式的不同会对黄花菜代谢产物、营养成分、含水率产生不同的影响,目前常用的干燥方式及各自的优缺点如表2所示,与单一干燥相比,混合干燥可明显缩短

干燥时间且黄花菜质量保持较好,是一个极具潜力的技术。除真空冷冻干燥之外,其他的干燥方法都会使黄花菜发生不同程度的褐变,因此漂烫和护色处理是进行有效干燥的前提,应引起重视^[44]。

同时,Ma等^[45]继续研究了不同干燥方式(自然风干、热风干燥、真空冷冻干燥和喷雾干燥)对黄花菜粉的影响,并且提出黄花菜粉可被加工成为一种调味品。结果表明,不同的干燥方法对黄花菜粉的内部结构无影响但对营养指标和颜色有显著影响。与其他3种方法相比,喷雾干燥法具有明显的优点,可作为黄花菜粉的最佳干燥工艺;同时对黄花菜进行干制粉末状加工,充分利用了废弃、破损的黄花菜资源,提高了黄花菜的附加值。

3.2 黄花菜饮料

黄花菜中胡萝卜素最为丰富,使其呈现金黄色的色泽,加工出来的产品金黄鲜艳,富有特色。目前市场上关于黄花菜饮料的加工工艺主要包括黄花菜复合饮料以及黄花菜固体饮料的研制,前者主要是将具有特定保健功能如降血脂、清热解毒等的两种或两种以上的原料结合起来,进行功能保健复合饮料的研发;后者以黄花菜为主要原料,通过加入食品添加剂等制成粉末状、颗粒状或块状等,最后成为供冲调或冲泡饮用的固态制品,不仅丰富了产品类型,而且保留了黄花菜的营养价值。基于黄花菜为原料的饮品特征明显,不仅颜色呈乳黄色,还具有黄花菜特有的清香^[46-47]。如果投入市场,将会带来不错的效益。

3.3 黄花菜发酵产品

乳酸发酵在蔬菜保鲜中起着重要作用,并且具有很高的促健康特性。黄花菜经乳酸发酵后,不仅增添了新的风味,还富含多种维生素、氨基酸等营养物质。其富含的多种肠道有益菌群如乳酸菌、植物乳杆菌等,具有开胃增食、促进消化等功能。目前已开展黄花菜黄花酵素、泡菜的研发,但现有的研究只是对黄花酵素的工艺进行了优化,并未进行酵素产品的研发如黄花酵素粉、黄花酵素汁等,并且市场上目前并未见黄花菜泡菜^[48-49]。因此,黄花菜发酵产品的研发可作为之后的探讨方向。

表2 不同干燥方式及优缺点^[37,39-43]

Table 2 Different drying methods and their advantages and disadvantages

干燥方式	优点	缺点
干燥箱烘干	投资成本低,内外品质维持较好,操作方便	容量小,可能会出现表面氧化现象
太阳干燥	成本低,可适合大规模晾晒	时间长,褐变严重,易受天气影响,有污染
真空冷冻干燥	内外品质维持最好,贮藏时间长,适合大型企业投资采用	技术耗能量大、成本高
蒸汽干燥	效率高,容量大,操作方便,干燥质量好	需要购买蒸汽锅炉,能耗大,而且发生褐变
微波干燥	时间短,还原糖和坑坏血酸保留率高	成本高,出现褐变
混合干燥	时间极大缩短,质量保持好,极具未来潜力	成本高

3.4 黄花菜酱制品

酱制品的制作过程复杂而神奇,主要将不易消化的、口感不佳的大分子物质转化为易被人体消化的小分子物质,具有预防某些疾病、改善肠内菌群平衡等功能。杜美华等^[50]优化了黄花菜酱制品的工艺,并且引入了现代加工技术,使得酱的品质进一步提升,为之后关于黄花菜酱制品的研发拓宽了思路。

市场上,还有一些直接将黄花菜(黄花菜粉、黄花菜汁)与生活中常见的食品如豆腐、牛肉丸等相结合的产品,如黄花菜牛肉丸、黄花菜豆腐^[51-52],这些结合赋予产品以良好的风味与质感,同时进一步提升了黄花菜的商品价值,但其保存期短,目前并未有研究对其商品性、贮藏性进行探讨。

3.5 黄花菜活性成分提取

黄花菜中含有多酚类、黄酮类以及多糖类等多种生物活性物质,这些物质具有抗氧化、抗肿瘤、抗抑郁,保肝、抑菌等有益功能,若将其加以利用,可充分挖掘黄花菜潜在的食用和医疗保健价值,进而可进行功能产品的研发。例如,李泽等^[53]通过对黄花菜清除自由基、抗氧化功能成分的探讨,提出抗衰老护肤品研发的设想。

近年来学者们对黄花菜功能成分的提取技术进行不断优化和创新,以期得到更多稳定的活性物质。吴天珍等^[54]和李小菊等^[55]在原有基础上进一步优化超声波辅助工艺,如改变提取剂,分别对黄花菜中的类胡萝卜素、多糖类物质进行提取,不仅绿色环保,而且方便快捷。但是,目前关于黄花菜中生物活性成分研究还不够系统,黄花菜中发挥作用的具体成分及相关的的作用机制还有待进行更深入的探索。

4 展望

黄花菜营养价值丰富,含有氨基酸、类胡萝卜素、黄酮类物质以及卵磷脂等多种功能成分。目前已被应用于黄花菜贮藏保鲜的技术较多,其中低温技术是一种较为不错的保鲜措施,但其成本高;而天然提取物保鲜技术因其绿色、环保等优点,越来越受到研究者的青睐,有望成为后续黄花菜贮藏保鲜的研究方向。黄花菜的加工技术主要有真空冷冻干燥技术、微波加热技术、超微粉碎、无菌包装等,但这些技术主要应用在饮料、发酵制品、调味品等食品相关领域,对于黄花菜中关键成分的检测、提取技术却鲜有研究,从而制约了黄花菜向护肤品、保健品等方向的拓展,因此这一部分有待进一步的深入。同时食用黄花菜中毒的原因也未有详细的报道,可成为接下来的研究方向。

参考文献

[1] 戴得蓉, 杨芳, 杨雯珺, 等. 黄花菜贮藏及深加工技术研究进

展[J]. 食品与发酵科技, 2016, 52(2): 48-51.

- JI De-rong, YANG Fang, YANG Wen-jun, et al. Review of the research on the storage and processing of daylily[J]. Food and Fermentation Technology, 2016, 52(2): 48-51.
- [2] GUO Ai-hua, LI Sen, YANG Yang, et al. Lecithin extraction optimization and synthesis in *Hemerocallis citrina* Baroni[J]. Scientia Horticulturae, 2022, 293(5): 110682.
- [3] FANG Yu-jie, WAKISAKA Minato. A review on the modified atmosphere preservation of fruits and vegetables with Cutting-Edge Technologies[J]. Agriculture, 2021, 11(10): 1-16.
- [4] 白宇皓, 王亮, 张晓宇, 等. 黄花菜采后生理特性及保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2022, 22(5): 107-113.
- BAI Yu-hao, WANG Liang, ZHANG Xiao-yu, et al. Advances in research on postharvest physiology and preservation technology of daylily[J]. Preservation and Processing, 2022, 22(5): 107-113.
- [5] 付强. 黄花菜采后失重研究与应用[J]. 中国农业文摘: 农业工程, 2021, 33(1): 29-30.
- FU Qiang. Study and application of daylily weightlessness after harvest[J]. China Agricultural Digest: Agricultural Engineering, 2021, 33(1): 29-30.
- [6] 韩志平, 张春业, 马樱芳, 等. 黄花菜采后生理与贮藏保鲜技术研究进展[J]. 山西农业科学, 2013(1): 103-106.
- HAN Zhi-ping, ZHANG Chun-ye, MA Ying-fang, et al. Study advance on the postharvest physiology, storage and fresh-keeping techniques of daylily[J]. Shanxi Agricultural Science, 2013(1): 103-106.
- [7] KATARZYNA Szewczyk, DANUTA Kalemba, MALGORZATA Mi-azga-karska, et al. The essential oil composition of selected *Hemerocallis* cultivars and their biological activity[J]. Open Chemistry, 2019, 17(1): 1 412-1 422.
- [8] 秦喜悦, 张雷, 温艳斌, 等. 黄花菜营养活性研究进展[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(5): 204-209.
- QIN Xi-yue, ZHANG Lei, WEN Yan-bin, et al. Advances in research on nutritional activities of important functional components of *Hemerocallis citrina* baroni[J]. Food Research and Development, 2022, 43(5): 204-209.
- [9] 段九菊, 宋卓琴, 贾民隆, 等. 大同市黄花菜产业发展历程、现状及对策[J]. 中国种业, 2021(1): 17-19.
- DUAN Jiu-ju, SONG Zhuo-qin, JIA Min-long, et al. Development course, present situation and countermeasures of daylily industry in Datong city[J]. China Seed Industry, 2021(1): 17-19.
- [10] WEI Liu, ZHANG Ju-hua, ZHANG Qun, et al. Effects of postharvest chilling and heating treatments on the sensory quality and antioxidant system of daylily flowers[J]. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 2018, 59(5): 671-685.
- [11] 许国宁, 张卫明, 吴素玲, 等. 不同的贮藏方式对黄花菜品质的影响[J]. 中国野生植物资源, 2012(3): 13-16.
- XU Guo-ning, ZHANG Wei-ming, WU Su-ling, et al. On the quality of daylily with different storage methods[J]. Wild Plant Resources in China, 2012(3): 13-16.

- [12] 李可昕, 张超凡, 刘佩冶, 等. 鲜黄花菜衰老机制与采后贮藏保鲜技术研究进展[J/OL]. 食品科学. (2021-07-13) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20210712.1737.008.html>.
LI Ke-xin, ZHANG Chao-fan, LIU Pei-ye, et al. Research progress on senescence mechanism of fresh daylily and postharvest storage technologies[J/OL]. Food Science. (2021-07-13) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20210712.1737.008.html>.
- [13] 马晓艳, 王娟, 张海红, 等. 低温等离子体处理对采后黄花菜活性氧代谢和品质的影响[J]. 食品科学, 2021, 42(23): 254-260.
MA Xiao-yan, WANG Juan, ZHANG Hai-hong, et al. effect of cold plasma treatment on reactive oxygen species metabolism and quality of postharvest daylily[J]. Food Science, 2021, 42(23): 254-260.
- [14] 张鹏, 刘英杰, 贾晓昱, 等. 相温贮藏对黄花菜品质及挥发性物质的影响[J/OL]. 食品与发酵工业. (2022-02-23) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1802.TS.20220223.1240.011.html>.
ZHANG Peng, LIU Ying-jie, JIA Xiao-yu, et al. Effect of storage temperature on the quality and volatile substances of daylily[J/OL]. Food and Fermentation Industry. (2022-02-23) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1802.TS.20220223.1240.011.html>.
- [15] 王娟, 马晓艳, 王通, 等. 预冷方式对黄花菜贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(10): 215-221.
WANG Juan, MA Xiao-yan, WANG Tong, et al. Effect of pre-cooling methods on storage quality of daylily[J]. Food and Fermentation Industry, 2020, 46(10): 215-221.
- [16] 龚吉军. 黄花菜贮藏保鲜研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2003: 15-16.
GONG Ji-jun. Studies on the fresh-keeping of daylily flower abstract[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2003: 15-16.
- [17] BLINNIKOVA O M, NOVIKOVA I M, ILINSKY A S, et al. Preservation of the quality of Actinidia kolomikta berries using a modified atmosphere[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 845(1): 12-14.
- [18] RAAFIYA Siddiq, RAFAEL Auras, MUHAMMAD Siddiq, et al. Effect of modified atmosphere packaging (MAP) and NatureSeal® treatment on the physico-chemical, microbiological, and sensory quality of fresh-cut Anjou pears[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2020, 23(C): 100454.
- [19] 李雪. 微环境气调保鲜技术在黄花菜和西梅中的应用[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2021: 13-23.
LI Xue. Application of microenvironment gas preservation technology in daylily and prunus mume[D]. Shenyang: Liaoning University, 2021: 13-23.
- [20] 高建晓, 古荣鑫, 胡花丽, 等. 不同薄膜包装对黄花菜贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 255-259.
GAO Jian-xiao, GU Rong-xin, HU Hua-li, et al. Effects of Different film packaging on the storage quality of day lily[J]. Jiangsu Agricultural Science, 2015, 43(2): 255-259.
- [21] 齐国光. MAP 和 1-MCP 对山野菜贮藏生理及品质的影响研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012: 36-40.
QI Guo-guang. Research on the effect of map and 1-mcp on storage quality of pother[D]. Harbin: Northeastern Agricultural University, 2012: 36-40.
- [22] 韩志平, 陈志远, 黄蕊, 等. 1-MCP 对黄花菜贮藏保鲜效果的研究[J]. 山西大同大学学报, 2012, 28(6): 49-51.
HAN Zhi-ping, CHEN Zhi-yuan, HUANG Rui, et al. 1-Effect of MCP on storage and preservation of day lily[J]. Journal of Shanxi Datong University, 2012, 28(6): 49-51.
- [23] 滕林, 王泽彬, 集贤, 等. 葡萄采后生物保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2021, 21(9): 144-150.
TENG Lin, WANG Ze-bin, JI Xian, et al. Research progress on postharvest biological preservation technology of grape[J]. Fresh Preservation and Processing, 2021, 21(9): 144-150.
- [24] 王刚霞, 席冬华, 吴忠红, 等. 生物保鲜技术在果蔬防腐中的应用及研究进展[J]. 生物技术进展, 2014, 4(1): 12-16.
WANG Gang-xia, XI Dong-huo, WU Zhong-hong, et al. Development of biological technology on fruit and vegetables preservation[J]. Current Biotechnology, 2014, 4(1): 12-16.
- [25] 姚亚明, 彭菁, 刘檀, 等. 壳聚糖处理结合纳米包装对黄花菜贮藏品质及生理的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(20): 282-286.
YAO Ya-ming, PENG Jing, LIU Tan, et al. Effect of chitosan treatment combined with nano-packaging on quality and physiological changes of daylily[J]. Sitolgy, 2016, 37(20): 282-286.
- [26] 穆妮妮, 李可夫, 苏龙, 等. 黄花菜采摘后生理与贮藏保鲜技术研究进展[J]. 种子科技, 2021, 39(20): 73-74.
MU Ni-ni, LI Ke-fu, SU Long, et al. Progress on physiology and storage of day lily after picking[J]. Seed Technology, 2021, 39(20): 73-74.
- [27] 徐雨婧, 高丽朴, 王清, 等. 辐照保鲜技术及其在双孢蘑菇保鲜中的应用[J]. 食品工业科技, 2014, 35(9): 392-395.
XU Li-jing, GAO Li-pu, WANG Qing, et al. The application of the irradiation technology in Agaricus bisporus preservation[J]. Food Industry Technology, 2014, 35(9): 392-395.
- [28] KHILA P P, SUNOOJ K V, AALIYA B, et al. Application of electromagnetic radiations for dec-ontamination of fungi and mycotoxins in food products: A comprehensive review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 114(4): 399-409.
- [29] BISHT Bhawna, BHATNAGAR Pooja, GURURANI Prateek, et al. Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables: A review[J]. Trends in Food Science & Technology, 2021, 114(6): 372-385.
- [30] 郑贤利, 屈国普, 谢红艳, 等. 不同剂量辐照黄花菜保鲜研究[J]. 安徽农业科学, 2013(11): 5 032-5 050.
ZHENG Xian-li, QU Guo-pu, XIE Hong-yan, et al. Different dosage irradiation preservation for daylily[J]. Anhui Agricultural Science, 2013(11): 5 032-5 050.
- [31] LIU Dan, XU Sheng, HU Hua-li, et al. Endogenous hydrogen sulfide homeostasis is responsible for the alleviation of senescence of

- postharvest daylily flower via increasing antioxidant capacity and maintained energy status [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65(4): 718-726.
- [32] 张惠然, 张军. 冬枣采后生理及保鲜技术研究进展[J]. *保鲜与加工*, 2017, 17(1): 134-138.
ZHANG Hui-ran, ZHANG Jun. Research progress on postharvest physiology and storage technology of winter jujube[J]. *Fresh Preservation and Processing*, 2017, 17(1): 134-138.
- [33] 王志伟. 果蔬加工技术现状与发展探讨[J]. *现代农业研究*, 2021, 27(6): 135-136, 3.
WANG Zhi-wei. Present situation and development of fruit and vegetable processing technology[J]. *Modern Agricultural Research*, 2021, 27(6): 135-136, 3.
- [34] 李明玥, 刘宏艳, 肖静, 等. 黄花菜的活性成分、生物活性及加工技术研究进展[J/OL]. *食品工业科技*. (2022-01-06) [2022-06-22]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20220106.1351.013.html>.
LI Ming-yue, LIU Hong-yan, XIAO Jing, et al. Research progress on bioactive components, biological activities, and processing technology of daylily[J/OL]. *Food Industry Technology*. (2022-01-06) [2022-06-22]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20220106.1351.013.html>.
- [35] 汤敏娜, 刘秀斌, 黄嘉璐, 等. 食用黄花菜中含秋水仙碱的质证研究[J]. *中草药*, 2016, 47(18): 3 293-3 300.
TANG Min-na, LIU Xiu-bin, HUANG Jia-lu, et al. Questioning and arguable research on edible *Hemerocallis citrina* containing colchicine[J]. *Chinese Medicinal Herb*, 2016, 47(18): 3 293-3 300.
- [36] QING Zhi-xing, LIU Jing-hong, YI Xin-xin, et al. The chromosome-level *Hemerocallis citrina* Borani genome provides new insights into the rutin biosynthesis and the lack of colchicine[J]. *Horticulture Research*, 2021, 8(1): 89.
- [37] SUN Jiang-hao, LIU Wei, ZHANG Meng-liang, et al. The analysis of phenolic compounds in daylily using UHPLC-HRMSⁿ and evaluation of drying processing method by fingerprinting and metabolomic approaches[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2018, 42(1): e13325.
- [38] 朱淮, 夏斌, 贺炜, 等. 黄花菜与秋水仙碱的研究进展[J]. *中医药导报*, 2021, 27(10): 127-131.
ZHU Jun, XIA Bin, HE Wei, et al. The research progress of *Hemerocallis citrina* baroni and colchicine[J]. *TCM Guide*, 2021, 27(10): 127-131.
- [39] WANG Nan, YANG Shuai-yao, ZHANG Yi-fu, et al. Drying kinetics and quality characteristics of daylily dried by mid-infrared[J]. *International Journal of Food Engineering*, 2021, 17(12): 969-979.
- [40] 许国宁. 黄花菜真空冷冻干燥工艺研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2011: 15-70.
XU Guo-ning. Study on daylily vacuum freeze drying processing[D]. Nanjing: Agricultural University of Nanjing, 2011: 15-70.
- [41] 王莹莹, 武晔秋, 刘玥. 不同干燥工艺对黄花菜的干燥效果影响分析[J/OL]. *保鲜与加工*. (2021-10-21) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1330.S.20211020.1753.002.html>.
- WANG Ying-ying, WU Ye-qiu, LIU Yue. Analysis of the influence of different drying processes on the drying effect of daylily[J/OL]. *Preservation and Processing*. (2021-10-21) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1330.S.20211020.1753.002.html>.
- [42] SZADZINSKA Justyna, MIERZWA Dominik. The influence of hybrid drying (microwave-convective) on dryin kinetics and quality of white mushrooms[J]. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 2021, 167(1): 108532.
- [43] 杨大伟. 脱水黄花菜加工工艺研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2003: 8-50.
YANG Da-wei. Studies on the technology of processing dehydrated *Hemerocallis citrina* baroni[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2003: 8-50.
- [44] 楚倩倩, 任广跃, 段续, 等. 黄花菜热风干燥焯变抑制条件探究[J/OL]. *食品科学*. (2022-04-26) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20220425.1713.056.html>.
CHU Qian-qian, REN Guang-yue, DUAN Xu, et al. Study on browning inhibition conditions of daylily during hot-Air drying[J/OL]. *Food Science*. (2022-04-26) [2022-06-22]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20220425.1713.056.html>.
- [45] MA Yao, ZHANG Hai-hou, MA Xue-mei, et al. Effects of different drying methods on the quality of daylily powder[J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2022, 46(4): e16467.
- [46] 张先淑, 任飞飞. 黄花菜金银花复合饮料的研制[J]. *食品研究与开发*, 2015(24): 83-85.
ZHANG Xian-shu, REN Fei-fei. The development of compound beverage of daylily and honeysuckle[J]. *Food Research and Development*, 2015(24): 83-85.
- [47] 叶倩, 姚荷, 郭红英, 等. 黄花菜固体饮料配方及喷雾干燥工艺的研究[J]. *激光生物学报*, 2019(2): 160-167.
YE Qian, YAO He, GUO Hong-ying, et al. A study on formula and spray drying technology of solid beverage based on daylily flower[J]. *The Laser Biology Journal*, 2019(2): 160-167.
- [48] 张江宁, 杨春, 南晓洁, 等. 黄花酵素发酵工艺优化[J]. *食品工业*, 2021, 42(10): 49-54.
ZHANG Jiang-ning, YANG Chun, NAN Xiao-jie, et al. Optimization of Huanghua enzyme fermentation process[J]. *Food Industry*, 2021, 42(10): 49-54.
- [49] KORUS Anna, BERNAS Emilia, KORUS Jaroslaw. Health-promoting constituents and selected quality parameters of different types of kimchi: Fermented plant products[J]. *International Journal of Food Science*, 2021, 2 021(6): 1-9.
- [50] 杜美华. 黄花菜酱制工艺操作规程[J]. *农家参谋*, 2021(8): 17-18.
DU Mei-hua. Operation procedure for day lily sauce making process[J]. *Peasant Staff Officer*, 2021(8): 17-18.
- [51] 李应兰. 黄花菜牛肉丸加工及干燥工艺研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2021: 5-49.
LI Ying-lan. Development of day lily beef balls and drying characteristics[D]. Yinchuan: Ningxia University, 2021: 5-49.

(下转第 240 页)