

新型加工食品果蔬纸研究进展

邓亚军, 谭阳, 冯叙桥*, 杨兵, 周纷, 刘丹, 张骏龙, 刘欢
(渤海大学食品科学与工程学院, 辽宁锦州 121013)

摘要: 果蔬纸是一种新型的果蔬深加工产品, 可作为休闲食品或可食性包装材料。果蔬纸能保留基料果蔬原有的香味、色泽和各种营养成分, 是一种能提高果蔬附加值的新颖加工产品。本文从果蔬纸原料配方和关键加工工艺方面论述果蔬纸研究的进展, 从感官品质、营养品质、贮藏品质、抗菌特性等方面论述果蔬纸品质的研究状况, 还就目前果蔬纸加工及品质研究中存在的问题(如新产品开发、纸质特性欠佳、制浆与护色关键工艺需要优化等)进行了分析, 并提出了解决这些问题的建议, 以期对果蔬纸的开发研究提供参考。

关键词: 果蔬纸; 现状; 加工工艺; 品质

Progress in the Development of Fruit-Vegetable Film as a Novel Processed Food

DENG Yajun, TAN Yang, FENG Xuqiao*, YANG Bing, ZHOU Fen, LIU Dan, ZHANG Junlong, LIU Huan
(College of Food Science and Engineering, Bohai University, Jinzhou 121013, China)

Abstract: Fruit-vegetable film, a novel processed food produced from fruits and vegetables, is used as either a snack food or as an edible packaging material. Fruit-vegetable film is an improved value-added product that can retain the original aroma, color and nutrition of the fresh raw materials. In this paper, we summarize recent progress in the formulation and key processing parameters of fruit-vegetable film, and review recent studies to evaluate the sensory quality, nutritional characteristics and antimicrobial properties of fruit-vegetable film. Furthermore, problems existing in the processing and quality evaluation of fruit-vegetable film are analyzed, such as new product development, undesirable properties for use as packaging materials, and the need for further optimization of the crucial parameters for pulping and browning control and various solutions to the problems are proposed with the purpose to provide useful references for the research and application of fruit-vegetable film.

Key words: fruit-vegetable film; present status; processing technology; quality

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201721047

中图分类号: TS255.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2017)21-0302-06

引文格式:

邓亚军, 谭阳, 冯叙桥, 等. 新型加工食品果蔬纸研究进展[J]. 食品科学, 2017, 38(21): 302-307. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201721047. <http://www.spkx.net.cn>

DENG Yajun, TAN Yang, FENG Xuqiao, et al. Progress in the development of fruit-vegetable film as a novel processed food[J]. Food Science, 2017, 38(21): 302-307. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201721047. <http://www.spkx.net.cn>

果蔬纸因其形状和性质与纸片相似而得名, 是一种由新鲜果蔬经深加工而成的休闲食品, 顾名思义, 也能用来做食品包装材料。不同于其他果蔬脆片或干制蔬菜, 果蔬纸质地薄软, 可以用手撕裂, 也可折叠, 入口咀嚼后可化^[1]。果蔬纸能够保留原有果蔬的风味、色泽, 且水分含量低(6%~8%)^[2], 与新鲜果蔬相比, 具有保质期长、贮藏运输方便等优点。近

年, 果蔬纸食品和可食性包装纸的开发研制及其相关研究一直是国内外食品研究的热点, 这对提高果蔬的综合利用具有重要意义。果蔬纸除满足包装材料的保护性、单位集中性和便利性三大基本特性外, 还可以通过复配来丰富其营养成分的种类和含量, 从而能通过配方和生产工艺的改变来满足特殊人群(如儿童、老年人、士兵等)的营养需求。

收稿日期: 2016-08-30

基金项目: 辽宁省科技厅农业攻关及成果产业化项目(2011205001); 渤海大学人才引进基金项目(BHU20120301)

作者简介: 邓亚军(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为农产品贮藏与加工工程。E-mail: dyj14434@163.com

*通信作者: 冯叙桥(1961—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品贮藏与加工工程。E-mail: feng_xq@hotmail.com

果蔬纸的加工, 起始于利用大豆加工成可食性的包装纸, 后来类似纸片的新型休闲食品逐步被研发出来。果蔬纸最早由日本的一家小作坊在1959年开始研发, 后经过技术上的不断改进而制成, 并成功在欧洲市场上获得认可。我国最初研制果蔬纸始于20世纪90年代, 随着探究和研发的不断深入, 有公司于2001年开发出纸型蔬菜产品^[3], 到2005年, 蔬菜纸已经逐步开始产业化生产^[4]。果蔬纸的出现, 为果蔬的综合利用发展提供了新的途径和方向。目前, 对果蔬纸的研究已经深入到包括加工工艺、质量品质、营养保健等多方面。本文综述了果蔬纸在原料、关键工艺、品质和性能等方面的研究进展, 并对其发展方向进行了展望, 以期对果蔬纸的进一步研制和发展提供参考。

1 果蔬纸的原料

果蔬纸的制作主料十分丰富, 可以是单一果蔬^[5-13], 也可以是进行复配后的果蔬^[14-15] (表1)。由于果蔬主料的水分含量一般都在90%以上, 胶体物质含量低, 干燥后不易成型, 所以胶黏剂常作为主要辅料添加到加工原料中改良纸浆物理性能, 从而加大黏度便于成型, 同时胶黏剂的添加还对产品的光泽、润滑适口度有所调节。为了提高果蔬纸作为食品包装材料的弹性和延展性等特性, 同时还使用增稠剂。常用的增稠剂包括羧甲基纤维素钠 (carboxymethyl cellulose-Na, CMC-Na)、海藻酸铵、果胶、可溶性淀粉、玉米淀粉和明胶等。增稠剂添加总质量分数一般在0.1%~5.0%, 添加量过小会导致纸不易成型、易碎; 添加量过大会导致纸韧性较大, 口感不脆, 添加时要结合不同果蔬基材及不同增稠剂的特点进行调整。例如, 紫甘蓝蔬菜纸增稠剂选择0.5%大豆分离蛋白、0.5%卡拉胶、0.5%淀粉和0.6%果胶进行复配^[16], 起到了保持蔬菜纸颜色鲜艳、成型效果较好的作用; 而木耳果蔬纸增稠剂选择0.3% CMC-Na、4%玉米淀粉、0.3%琼脂复配^[17], 能达到产品平整、易揭片、咀嚼时不黏牙的效果。此外, 调整壳聚糖或植物纤维在果蔬纸浆中的比例也可改变果蔬纸包装性能。资名扬等^[18]研究了复合膜中壳聚糖与高直链淀粉的比例对复合膜力学性能的影响, 发现随着壳聚糖比例的增加, 复合膜的断裂伸长率逐渐增大, 且在二者质量比为1:1时达到最大, 说明壳聚糖可用来改善果蔬复合膜延展性和柔韧性。此外, 超声波处理也有助于提高果蔬纸的纸质特性。姜燕等^[19]发现, 2%的大白菜浆料经120 W超声波处理20 min后, 大白菜纤维的细纤维化程度增高, 纤维分子中的游离羟基数量增加, 促进了纤维素与其他高分子的交联, 形成了较强的分子氢键, 起到了为果蔬纸提供骨架支撑的作用。

表1 果蔬纸原料及功能特性

果蔬纸原料	种类	实例	功能特性
主料	水果 ^[5-9]	草莓、苹果、香蕉、蓝莓等	为果蔬纸提供丰富的维生素、矿物质、有机酸和膳食纤维等营养成分
	蔬菜 ^[10-13]	黄瓜、芹菜、菠菜、南瓜等	同上
	果蔬复配 ^[14-15]	白菜、芹菜、海带、木薯淀粉与低聚果糖复配等	同上
增稠剂 ^[6,16-17,20]	淀粉、CMC-Na、琼脂、海藻酸钠、甘油、果胶、黄原胶	提高果蔬纸的抗拉强度, 改善口味及强化营养	
辅料	增塑剂 ^[6,7,20,21]	甘油、植物精油	甘油能降低果蔬纸的弹性和拉伸强度, 增加其延伸性和断裂伸长率, 同时可降低分子间的作用力进而降低玻璃化转变温度; 植物精油具有提高果蔬纸强度和抗菌的作用

2 果蔬纸制备关键工艺研究

由新鲜果蔬加工成果蔬纸主要经过破碎和成型干燥两个过程。新鲜果蔬的含水量极高, 对原料的破碎是通过物理作用 (碾磨、剪切) 将原有的形态破坏成液体浆状, 然后通过加热等方式对浆液进行干燥, 去除其水分得到水分含量极低的产品。果蔬纸的一般制作工艺包括原料预处理、均质、调配、成型干燥和成品包装等过程。其中预处理包括原料清洗、切分以及护色漂烫等步骤, 均质调配包括原料的打浆和添加辅料调节风味和质地等步骤。其中, 护色、制浆均质、成型干燥是果蔬纸制作的关键所在。

2.1 护色

表2 果蔬纸制备中护色工艺方法及应用

护色方法	定义	应用示例	效果
物理方法 ^[24-25]	运用热处理、真空处理等方式避免果蔬褐变, 常用的物理护色方法是漂烫	远红外热烫应用于果蔬护色 ^[24] ; 电加热漂烫应用于胡萝卜和油菜 ^[25]	对比水果, 远红外热烫更适宜蔬菜的护色 ^[24] ; 利用物料两端施加的电场加热漂烫后的胡萝卜和油菜, 其护色效果优于传统电炉加热漂烫, 且漂烫后前者的蔬菜维生素含量均比后者高 ^[25]
化学方法 ^[7,26]	在加工过程中加入护色剂, 常用的护色剂有异抗坏血酸钠、柠檬酸、六偏磷酸钠、植酸、β-环状糊精等 ^[26]	使用质量分数均为0.5%的抗坏血酸和柠檬酸应用于苹果纸的生产加工 ^[7]	能很好地抑制苹果纸制作过程中的褐变
物理化学结合法 ^[15,27]	结合物理和化学两种方法对果蔬纸进行护色	用质量分数0.3%的碳酸氢钠溶液对混合蔬菜纸进行漂烫 ^[27] ; 加入质量分数0.15%的亚硫酸钠对蒲菜纸护色漂烫 ^[27] ; 用1 g/L碳酸钠和0.1 g/L醋酸锌对苦菜纸护绿漂烫 ^[27]	质量分数为0.3%的碳酸氢钠溶液漂烫混合蔬菜浆2 min得到了色泽鲜绿的蔬菜纸成品 ^[27] ; 沸水漂烫1 min并添加质量分数为0.15%的亚硫酸钠对蒲菜纸的护色效果最好, 颜色基本不变, 色泽鲜艳 ^[27] ; 85~100 °C漂烫4 min并添加1 g/L碳酸钠和0.1 g/L醋酸锌能有效阻止苦菜的酶促褐变, 并赋予一定的光泽感 ^[27]

果蔬中色素种类丰富, 在加工过程中大部分色素易引起果蔬的褐变, 主要原因包括酶促褐变和非酶促褐变。深加工过程中的褐变不仅降低果蔬的价值, 也显著影响其产品品质, 因此在果蔬纸加工过程中需

要进行护色处理。护色处理是果蔬纸加工过程中的一项重要预处理工艺,目前常用的护色方法主要有物理方法、化学方法和物理化学结合法。护色除了能在一定程度上抑制果蔬纸的褐变,同时也影响果蔬纸中维生素^[22]、叶绿素^[23]的含量。由于果蔬之间各有差异,因此需要根据原料特性选择合适的预处理方法。不同的物理和化学护色方法在不同果蔬中均能达到一定的护色效果,物理化学结合法在果蔬纸护色中应用较广泛(表2)。

果蔬纸作为新型健康营养的休闲食品,颜色是相当重要的感官指标,同时也与其营养成分有关联。目前关于果蔬纸色泽方面的研究报道都是针对于加工前期的护色处理,还没有关于加工过程中使用色素等添加剂用于颜色的保持或改善的研究报道,这方面值得进一步研究。

2.2 制浆均质

果蔬纸制浆是将原材料中的膳食纤维打散,与其他辅料、添加剂混合均匀,从而得到易于成型、品质良好的纸浆。目前用于果蔬纸制浆的机械都是采用其他果蔬制品加工过程中使用的打浆机、胶体磨、均质机等,暂时没有专用于果蔬纸生产的制浆设备,且对果蔬纸制浆的均质方法、均质程度、粒径大小等的研究也甚少。宇春玲等^[28]研究对比了PFI磨制浆法(造纸行业常用的制浆方法)和高速剪切均质法对蔬菜纸制浆的效果,结果表明PFI磨制浆法可以得到均质程度高、膳食纤维和固形物含量较高的蔬菜纸浆;而高速剪切均质机制浆则会造成蔬菜膳食纤维和固形物大量流失,不适宜产业化生产。果蔬浆均质完成后,需要对其进行脱气,以便于成型干燥而得到品质优良的产品。真空脱气法^[17,23,29]和超声波处理法^[30]是2种最常用的果蔬浆脱气方法,分别利用真空泵与超声波机对均质好的浆料进行脱气,脱气要求达到浆料基本无气泡产生为止,脱气后果蔬浆均质程度高,才利于果蔬纸的成型。

制浆均质是对果蔬纸成品品质(包括口感质地、营养品质、贮存运输等)影响极大的操作工序之一,制浆的均质程度、粒径大小等对果蔬纸的营养健康特性具有直接影响。目前,对于制浆均质的工艺参数和质量控制还研究得较少,在将来果蔬纸的开发研究中应得到足够的重视。

2.3 成型干燥

果蔬纸的成型干燥工艺是影响其产品品质的另一重要因素。目前除了研究添加增塑剂对果蔬纸成型的影响之外,果蔬纸的成型方式也是研究重点之一。果蔬纸生产应用较多的成型方式有流延成型、滚筒成型和碾压成型3种(表3)。流延成型是最常用的成型方式^[22-23,30],该

方法操作简单,并且由于不需要机械设备而在实验室研究时被普遍使用。滚筒成型^[32]实现了成型与干燥同步,具有加工效率高、产品品质好等优点,这种方法减少了果蔬纸浆的营养成分损失,使得各个参数可调控,适用于产业化生产^[32-34]。碾压成型^[7,35]是借鉴紫菜海苔类加工的成熟技术,可以减少或不需要添加黏结剂,得到的果蔬纸制品感官品质也较好。

表3 果蔬纸制备中成型干燥工艺方法及应用
Table 3 Casting and drying methods and their application in the production of fruit-vegetable film

类别	主要方法	特点	应用	效果
成型方法	流延成型 ^[22-23,30]	将一定量的果蔬纸浆涂在平板模具上,并控制其厚度和均匀度,一般在1~3 mm	应用于蒲菜 ^[22] 、苦菜 ^[23] 纸浆的成型干燥	操作简单,加工得到的产品平整,薄厚均匀
	滚筒成型 ^[33-34]	将浆液涂布均匀后利用滚筒旋转而将其压成纸片,同时结合干燥程序进行干燥	各种果蔬浆	实现成型与干燥同步,缩短生产时间,适宜工业化生产
	碾压成型 ^[7,35]	先将果蔬纸碾压成型后再进行干燥	海苔、紫菜、苹果等	产品感官品质良好
干燥方法	自然干燥 ^[9]	果蔬纸成型后置于室温自然环境中干燥	苹果纸 ^[9]	产品性能较好,但由于干燥时间相当长,在实际生产中并不可行
	热风干燥 ^[29,30]	一般采用烘箱干燥,最佳温度控制在55~70℃,干燥时间为4~6 h	胡萝卜纸 ^[29] 、南瓜-大豆分离蛋白复合可食性膜 ^[30]	有利于果蔬纸形成立体网状结构,提高延伸强度和抗张力;但对胡萝卜纸的营养和色泽有一定的影响 ^[29]
	微波干燥 ^[27,29]	利用微波穿透能力强、能与物质相互作用等特点对果蔬浆进行干燥处理,其热传导方向与水分扩散方向相同	各种果蔬纸	干燥时间短,成型效果好,但干燥均匀性和产品完整率不是最好,产业化生产仍需深入研究

除了滚筒成型可以同步干燥外,果蔬纸通过其他方式成型后,均还需要进行干燥。目前常用的干燥方式有自然干燥、热风干燥和微波干燥3种(表3)。果蔬原料质地属性不同,成型后的干燥方式也不尽相同,得到的果蔬纸性能也不同。制备胡萝卜纸时,采用热风干燥的方式得到的膜均匀性和完整率(97%)均高于真空干燥(77.2%)和微波干燥(34.1%)^[29]。而比较烘箱干燥、微波干燥及减压干燥3种方式对复合果蔬纸浆的成型效果,发现微波干燥复合果蔬纸浆的加工时间只需4 min,较其他干燥方式缩短了几十倍,且制备出的蔬菜纸口感酥脆,成型效果也最好^[27]。

3 果蔬纸的品质及性能研究

随着对果蔬纸研究的深入以及人们对食品营养、感官等各方面要求的提高,果蔬纸产品的营养品质、食用品质也成为果蔬纸研究的重点。果蔬纸成品的营养风味直接影响着果蔬纸食品市场的接受度和销售。

此外,果蔬纸的贮藏性能和抗菌性能也是评价其优劣的重要方面。

3.1 感官品质

果蔬纸的感官品质是其产品质量的重要组成部分之一。作为新型休闲食品,果蔬纸清脆可口、入口即化却带有嚼劲的质地是吸引消费者的关键因素。目前,对果蔬纸感官品质的研究主要集中在色泽、硬度、脆性、抗拉强度、断裂伸长度、表面结构等方面。其中,在果蔬纸的结构方面,借助扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)、X射线衍射、差示扫描量热(differential scanning calorimeter, DSC)及傅里叶变换红外(fourier transform infrared, FT-IR)光谱等材料学研究的先进方法和技术来研究其微观结构;在加工技术方面,通过优化加工工艺^[29,36-37]和原料配方^[16,20,22]来制备色泽良好、黏弹性适度、表面平整光滑的果蔬纸。王晓璇等^[13]通过改变南瓜纸浆各组分添加量确定南瓜纸的最佳工艺配方,发现南瓜质量分数为15%~25%,海藻酸钠质量浓度为0.5~1.5 g/L,甘油体积分数为0.1%~0.2%时,南瓜纸的机械性能、阻水性、阻氧性和阻油性等各项性能最优。肖乃玉等^[30]的研究表明用大豆蛋白、淀粉、羧甲基纤维素、山梨醇、水与南瓜进行复配(质量比为3:2:0.9:4:100:100)可以制备拉伸强度值(1.433 MPa)和断裂伸长度值(29.25%)均较高的果蔬纸,有效地提高了南瓜纸的纸张特性。

3.2 营养品质

果蔬纸含水量低、营养丰富,富含膳食纤维、多种维生素和矿物质,同时具有低糖、低脂、低钠、低热量等优点。果蔬纸的营养特性与其原料的种类密切相关,通过不同原料的复配可以生产出不同的果蔬纸。赵亚等^[15]用白菜、芹菜、海带(质量比为9:5:6)等多种蔬菜复合研制出营养品质高的蔬菜纸,吴慧昊等^[38]以富硒白菜和菠菜(质量比为5:1)为原料,制备出富硒高膳食纤维的蔬菜纸。朱莉莉^[39]通过加入不同添加剂(魔芋胶、明胶、大豆蛋白等)加工出风味独特的营养胡萝卜羊栖菜纸片。另外,果蔬纸的可塑性很强,可以通过营养强化而作为特殊人群的食品,如肥胖者及糖尿病人专用的无糖蔬菜纸,儿童及老人专用的易消化、高营养蔬菜纸等^[40]。但是,目前有关果蔬纸作为特殊膳食的研究报道甚少,值得广泛研究。

3.3 贮藏性能

作为新型可食性包装材料,良好的贮藏性能对果蔬纸的食用价值和包装性能应用均至关重要。作为食品的果蔬纸,要能够在常温贮藏条件下保持质量和品质稳定性;作为包装材料的果蔬纸,应具备在常温条件下保持其稳定的纸质特性。在实际应用中,常常通过添加一些特殊成分来提高果蔬纸的贮藏性能^[2,5,16]。研究表明,添

加香芹酚和肉桂酸甲酯的草莓纸在贮藏过程中抗氧化能力明显优于对照组,作为包装材料,其阻氧性得到大幅度提高^[5]。隋海涛等^[16]发现添加卡拉胶能显著提高紫甘蓝蔬菜纸的断裂伸长度,较大的伸长度可扩大其作为包装材料的适用范围。此外,护色作为果蔬纸加工的关键工艺对其贮藏性能至关重要^[24-26]。丁怡等^[2]对比研究蒸汽热烫与沸水热烫对甘蓝浆的护色效果,发现前者不仅能改善甘蓝纸的外观品质,还能减少VC损失,有利于甘蓝纸在贮藏期保持品质。

3.4 抗菌性能

果蔬纸具有较强的阻湿性和一定的阻氧性,因此能在一定程度上抑制微生物的生长繁殖。为了达到更好的包装效果,也可以在果蔬纸中添加合适的抗菌物质来增强其抗菌性。果蔬纸的抗菌性取决于添加的抗菌物质种类,用不同的抗菌物质进行复合添加可以显著提高其抗菌性。在苹果纸中添加精油或精油混合物(质量分数为0.1%~0.5%)能提高对埃希氏大肠杆菌O157:H7的抗菌性,其中精油的抗菌能力从强到弱依次为香芹酚、牛至精油、柠檬草香油、肉桂醛、肉桂油^[7,36]; Du Wenxian等^[41-42]发现添加肉桂油等香油能显著提升苹果纸抵抗肠沙门氏菌和单增李斯特菌的能力。果蔬纸抗菌性能的提高,不仅有利于其自身贮藏,同时也能增强其作为包装材料使用时对包装食品的保护作用。

但是抗菌剂的添加使人们担心其食用安全性,实际上果蔬纸中添加的抗菌物质多为常用的食品级抗菌剂,已有不少研究证明科学添加不会对果蔬的质量和安全性造成影响^[7,36,41-43]。例如,纳米二氧化钛具有良好的稳定性,不溶于水、盐酸、稀硫酸和有机溶剂,几乎不与食品成分发生反应,人体摄取后未见大量的吸收和组织沉淀^[44],其应用的安全性有保证,添加质量分数0.15%~0.20%纳米二氧化钛不仅能显著提高南瓜纸的抑菌性能,而且不会有任何食品安全问题^[43];海藻酸钠能促进纤维和薄膜的形成,具有良好的生物降解性和相容性,在果蔬纸中适当添加,不仅能改善结构、提高质量、增加抗菌性,起到保鲜作用,而且食用安全^[43]。

4 结语

果蔬纸作为一种休闲食品,具有质地薄软、可手撕、可折叠、入口咀嚼可化等特点^[1],使其具有其他食品不具备的“食用趣味性”,这种趣味性有可能使果蔬纸成为青少年喜爱的“时髦食品”。同时,利用果蔬纸膳食纤维、矿物质和维生素含量相对高的营养特性^[14-15],可以为平衡青少年营养,改变目前的高盐、高脂肪、高糖膳食起到一定作用。因此,将来要通过不同种类水果蔬菜的复配来加强果蔬纸的新产品开发,进一步研发出种

类多样、风味独特、口感良好、富含膳食纤维等营养成分的果蔬纸,以满足不同消费者需求。

作为可食性包装材料,除了营养成分和贮藏性外,果蔬纸的纸质特性也是评价其优劣的重要指标。虽然果蔬纸具有一定的阻氧性能和抗菌特性^[7,36,41-43],但就目前的研究现状来看,要将果蔬纸作为包装材料广泛使用,其纸质特性还不能完全达到要求。尤其作为包装材料,果蔬纸的耐折、透气、透湿等性能欠佳问题需要进一步解决。提高果蔬纸作为包装材料的纸质特性,是目前急需大力研究解决的重要方面。根据果蔬原料的特点,研究方向应该放在如何更好地利用果蔬原料中含有的纤维成分并通过纤维成分的结构优化形成更好的纸质特性上面,这样不仅能提高果蔬纸的纸质特性,还能提高其作为提供膳食纤维的营养性。

果蔬纸既要满足作为食品的营养要求,又要满足作为包装材料的纸质要求,关键加工工艺的研究一直是重点,针对制浆与护色方面的研究仍存在一些问题亟待解决。加工工艺的研究总是与加工设备密切相关的,目前在果蔬纸的研发中未见专用的制浆机械,在一定程度上阻碍了制浆均质工艺参数的优化及质量控制,影响着果蔬纸浆的均质方法、均质程度、粒径大小等关键工艺。此外,如何控制果蔬纸加工过程中颜色的劣变,也是其生产的关键工艺。寻求果蔬纸加工过程中更有效的护色措施和手段、提高护色效果,也是果蔬纸研发中的一个重要方向,应得到食品科学工作者的足够重视。

不论是作为一种营养丰富、口味独特、运输销售方便的新型休闲食品,还是作为绿色环保包装材料,果蔬纸都将是果蔬深加工、食品包装及原料综合利用发展的方向和热点。相信在当今倡导食品营养健康和环保包装的潮流下,果蔬纸食品的发展前景将十分广阔。

参考文献:

- [1] 聂凌鸿,田亦成,陈凯,等. 果蔬纸的加工工艺研究[J]. 食品工业, 2015, 36(5): 148-151.
- [2] 丁怡,宇春玲,王萍,等. 纸型蔬菜制备工艺的研究[J]. 黑龙江造纸, 2014, 42(1): 16-19. DOI:10.3969/j.issn.1673-0283.2014.01.005.
- [3] 张鹰,黄玩娜,梁素瑜,等. 蔬菜纸的研究进展[J]. 农产品加工, 2010(3): 68-70. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646-C.2010.03.041.
- [4] 蔡明亮. 纸蔬菜成为休闲食品新亮点[J]. 农产品加工(创新版), 2009(5): 59. DOI:10.3969/j.issn.1671-9646.2009.05.021.
- [5] PERETTOA G, DU W X, ROBERTO J, et al. Increasing strawberry shelf-life with carvacrol and methyl cinnamate antimicrobial vapors released from edible films[J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 89(4): 11-18. DOI:10.1016/j.postharvbio.2013.11.003.
- [6] XU C Y, WANG G J, XING C, et al. Effect of graphene oxide treatment on the properties of cellulose nanofibril films made of banana petiole fibers[J]. Bioresources, 2015, 10(2): 2809-2822. DOI:10.15376/biores.10.2.2809-2822.
- [7] ROJAS-GRAÜ M A, AVENA-BUSTILLOS R J, OLSEN C, et al. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 81(3): 634-641. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2007.01.007.
- [8] OSORIO F A, MOLINA P, MATIACEVICH S, et al. Characteristics of hydroxy propyl methyl cellulose (HPMC) based edible film developed for blueberry coatings[J]. Procedia Food Science, 2011, 1: 287-293. DOI:10.1016/j.profoo.2011.09.045.
- [9] PELISSARI F M, ANDRADE-MAHECHA M M, DO AMARAL SOBRAL P J, et al. Comparative study on the properties of flour and starch films of plantain bananas (*Musa paradisiaca*)[J]. Food Hydrocolloids, 2013, 30(2): 681-690. DOI:10.1016/j.foodhyd.2012.08.007.
- [10] 洛桑卓玛. 黄瓜蔬菜纸的制作工艺参数研究[J]. 西藏科技, 2014(3): 18-19. DOI:10.3969/j.issn.1004-3403.2014.03.006.
- [11] 许学勤,舒枝,夏文水,等. 水芹菜叶蔬菜纸成型工艺研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(8): 308-311; 330. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2013.08.074.
- [12] 尚艳艳,田国军,黄泽元,等. 菠菜纸片的加工工艺研究[J]. 武汉工业学院学报, 2010, 29(1): 14-17. DOI:10.3969/j.issn.1009-4881.2010.01.005.
- [13] 王晓璇,周婧,隋思瑶,等. 可食性南瓜纸的制备及其性能研究[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(5): 166-170. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2014.05.030.
- [14] BERSANET G T, MANTOVAN J, MAGRI A, et al. Edible films based on cassava starch and fructooligosaccharides produced by *Bacillus subtilis* natto CCT 7712[J]. Carbohydrate Polymers, 2016, 151: 1132-1138. DOI:10.1016/j.carbpol.2016.06.081.
- [15] 赵亚,石启龙. 白菜、芹菜、海带复合蔬菜纸的研制[J]. 食品工业, 2013, 34(11): 144-147.
- [16] 隋海涛,宗元,张新华,等. 紫甘蓝蔬菜纸的研制[J]. 食品工业, 2012, 33(4): 52-56.
- [17] 范春艳. 木耳可食性特种纸工艺研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(1): 246-248; 253. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2014.01.030.
- [18] 资名扬,胡碧君,温其标,等. 高直链玉米淀粉/壳聚糖可食性复合膜的制备与性能的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(4): 97-99; 102. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2011.04.101.
- [19] 姜燕,刘欣,孟娟,等. 超声波处理对大白菜纤维性能的影响[J]. 食品工业科技, 2008, 29(11): 89-91. DOI:10.13386/j.issn1002-0306.2008.11.083.
- [20] 王新伟,孔德超,赵仁勇. 牛至油、香芹酚、柠檬醛和肉桂醛对胡萝卜膜热性能的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2014, 35(4): 22-26. DOI:10.16433/j.cnki.issn1673-2383.2014.04.008.
- [21] ABUGOCH L, TAPIA C, PLASENCIA D, et al. Shelf-life of fresh blueberries coated with quinoa protein/chitosan/sunflower oil edible film[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2016, 96(2): 619-626. DOI:10.1002/jsfa.7132.
- [22] 万国福,张兰. 蒲菜蔬菜纸的制备[J]. 现代食品科技, 2012, 28(11): 1562-1565. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2012.11.040.
- [23] 齐国光,张秀玲,赵丹,等. 苦苣菜蔬菜纸加工工艺研究[J]. 东北农业大学学报, 2012, 43(2): 28-33. DOI:10.3969/j.issn.1005-9369.2012.02.005.
- [24] WU B G, PAN Z L, QU W J, et al. Effect of simultaneous infrared dry-blanching and dehydration on quality characteristics of carrot slices[J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 57(1): 90-98. DOI:10.1016/j.lwt.2013.11.035.
- [25] 杨铭铎,陈霞,李钢. 胡萝卜、油菜的通电加热烫漂研究[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(8): 56-58. DOI:10.13995/j.cnki.11-1802/ts.2006.08.014.
- [26] 申晓琳,李和平,李群英,等. 不同护色剂对胡萝卜汁护色效果研究[J]. 食品科技, 2011, 36(11): 86-88; 92. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2011.11.063.

- [27] 白志明. 可食性果蔬包装纸的制备[J]. 中国包装工业, 2013(20): 7-8. DOI:10.14047/j.cnki.cpi.2013.20.002.
- [28] 宇春玲, 王威, 卞桂琴, 等. 蔬菜纸型化制浆技术[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(2): 14-15. DOI:10.3969/j.issn.1005-1295.2009.02.005.
- [29] 肖南, 李远志. 胡萝卜制备可食性包装膜的工艺研究[J]. 广东农业科学, 2013, 40(2): 77-78. DOI:10.16768/j.issn.1004-874x.2013.02.012.
- [30] 肖乃玉, 马家杰, 邱传吉. 南瓜-大豆分离蛋白复合可食性膜的制备[J]. 仲恺农业工程学院学报, 2012, 25(3): 19-22. DOI:10.3969/j.issn.1674-5663.2012.03.006.
- [31] 张欢欢. 新型蔬菜纸的研究现状与展望[J]. 中国科技博览, 2012(17): 123-124.
- [32] 尹学清, 张清泉, 程跃胜, 等. 纸型蔬菜滚筒干燥成形技术的试验研究[C]// 中国农业机械学会2008年学术年会. 北京: 中国农业机械学会, 2008: 3.
- [33] 张玲玲, 杨纪成, 白崇仁. 蔬菜纸形食品滚筒成型的参数优化[J]. 包装与食品机械, 2004, 16(6): 1-4.
- [34] 王瑾, 李树君, 林亚玲, 等. 南瓜浆滚筒干燥动力学模型[J]. 农业机械学报, 2012, 43(4): 126-131. DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.04.024.
- [35] 赵京敏. 蔬菜纸加工工艺研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2012: 15-48.
- [36] DU W X, OLSEN C W, AVENA-BUSTILLOS R J, et al. Storage stability and antibacterial activity against *Escherichia coli* O157:H7 of carvacrol in edible apple films made by two different casting methods[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(9): 3082-3088. DOI:10.1021/jf703629s.
- [37] 孙婕, 尹国友, 邓聪慧, 等. 韭菜包装纸加工工艺[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(20): 49-52. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2013.20.014.
- [38] 吴慧吴, 谭力, 王庆. 膳食纤维蔬菜纸加工工艺参数研究[J]. 西北民族大学学报(自然科学版), 2013, 34(2): 72-75. DOI:10.14084/j.cnki.cn62-1188/n.2013.02.011.
- [39] 朱莉莉. 羊栖菜保健果冻和复合蔬菜纸的研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2012: 55-88.
- [40] 杨艳, 刘颖, 贾士芳. 多糖类可食性包装纸的生产工艺及应用前景[J]. 农业技术与装备, 2015(1): 82-84.
- [41] DU Wenxian, OLSEN C W, AVENA-BUSTILLOS R J, et al. Effects of allspice, cinnamon, and clove bud essential oils in edible apple films on physical properties and antimicrobial activities[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(7): 372-378. DOI:10.1111/j.1750-3841.2009.01282.x.
- [42] DU Wenxian, OLSEN C W, AVENA-BUSTILLOS R J, et al. Antibacterial effects of allspice, garlic, and oregano essential oils in tomato films determined by overlay and vapor-phase methods[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(7): 390-397. DOI:10.1111/j.1750-3841.2009.01289.x.
- [43] 王晓璇. 可食性南瓜纸的研制[D]. 长春: 吉林大学, 2014: 37-45.
- [44] 杨远道. 壳聚糖/纳米二氧化钛抗菌保鲜膜的研制及性能研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008: 22-29.

2018年《粮油食品科技》征订启事

邮发代号 82-790

《粮油食品科技》杂志是由国家粮食局科学研究院主办的综合性科技期刊, 是中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国农业核心期刊, 被中国知网、中国学术期刊(光盘版)、科技部万方期刊数据库、中文科技期刊数据库等多家数据库全文收录。

《粮油食品科技》以传播和弘扬先进的科学技术为宗旨, 以服务行业为己任, 以选文严格、内容精炼、信息丰富、印刷精美为特色, 在粮食行业内的影响力极佳。

主要栏目: 专论、粮食加工、油脂加工、营养与品质、质量安全、仓储物流、生物工程等。

主要读者: 粮油食品加工企业、粮库、粮油检测机构、科研设计院所和大专院校等。

《粮油食品科技》为国内外公开发行人, 双月刊(逢单月21日出刊), 大16开本, 96页, 国内定价: 20元/期, 全年120元; 境外定价: 20美元/期, 全年120美元。全国各地邮局均可订阅, 也可直接联系本社订阅。

订阅单位: 《粮油食品科技》杂志社 邮编: 100037

地址: 北京市西城区百万庄大街11号(粮科大厦1023室)

电话: 010-58523600 58523620 传真: 58523614

E-mail: zzs@chinagrain.com QQ: 1870476644

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告