

食用菌保鲜与加工技术研究进展

李华佳¹, 单楠², 杨文建², 朱永清¹, 刘音宏², 杨芹²,
赵立艳², 安欣欣², 胡秋辉^{2,3,*}

(1.四川省农业科学院农产品加工研究所, 四川 成都 610066; 2.南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095;
3.南京财经大学食品科学与工程学院, 江苏 南京 210046)

摘要: 食用菌具有丰富的营养价值以及广泛的药理价值, 其产品受到市场越来越多的关注。食用菌的保鲜与加工也在快速发展之中。本文对食用菌保鲜、加工的研究现状和发展进行概述, 并进一步提出食用菌保鲜加工的研究方向。

关键词: 食用菌; 保鲜; 加工

Research Advances in Preservation and Processing of Edible Fungi

LI Hua-jia¹, SHAN Nan², YANG Wen-jian², ZHU Yong-qing¹, LIU Yin-hong², YANG Qin²,
ZHAO Li-yan², AN Xin-xin², HU Qiu-hui^{2,3,*}

(1. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China; 2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;
3. College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China)

Abstract: Edible fungi are rich in nutritional and functional components with extensive applications in the pharmacological field. Nowadays, edible fungi have gained increasing attention. More and more mushroom products are coming into the market. In this paper, the technological development for the preservation and processing of edible fungi in the past several years is summarized and the future direction is forecasted.

Key words: edible fungi; preservation; processing

中图分类号: TS206.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)23-0364-05

食用菌(edible fungi)是指可供人们食用的大型真菌, 它们具有肉眼可见、徒手可摘、具有不同形状的子实体, 俗称菇、菌、蕈、耳、伞等。我国对食用菌的认识和利用具有悠久的历史, 从野生食用菌驯化栽培方面看, 当今世界六大人工栽培食用菌(双孢蘑菇、香菇、平菇、金针菇、草菇和木耳)除双孢蘑菇外其余5种都是我国首创的^[1]。改革开放以来, 我国的食用菌产业有了长足的进步与发展, 鲜菇是国内食用菌最主要的流通方式。与谷物等粮食作物不同, 新鲜食用菌的组织含水量非常高, 在采后仍然具有旺盛的呼吸作用和新陈代谢; 由于食用菌子实体组织脆嫩、缺乏有效的保护组织, 因此在采后贮运过程中容易受到机械伤害和微生物侵染, 引起子实体变色、品质下降甚至腐烂, 造成

大量不必要的损失。同时我国食用菌加工业薄弱, 出口量虽大, 但都是些初级产品, 深加工技术缺乏自主研发与创新, 食用菌产业仍处于保鲜技术低端、普及度不高、粗加工多、平均规模小、综合利用差、能耗高、效益低的初级发展阶段。针对这些问题, 近年来我国对食用菌保鲜与加工技术进行了较多的研究, 并取得了一些进展, 本文就这些方面的研究进展进行总结分析, 并探讨今后食用菌产业的重点发展方向。

1 食用菌贮藏保鲜研究现状

新鲜果蔬等鲜活农产品的贮藏主要分为物理贮藏和化学贮藏两大方面, 依托不同的保鲜原理和栅栏技术的运用, 每一方面又各自衍生出许多新的技术手段。虽

收稿日期: 2011-12-01

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项基金项目(CARS-24)

作者简介: 李华佳(1982—), 女, 实习研究员, 硕士, 研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail: huajia611@sohu.com

*通信作者: 胡秋辉(1962—), 男, 教授, 博士, 研究方向为农产品与食品加工。E-mail: qiuhiu@njau.edu.cn

然各种保鲜方法的侧重点不同,但是它们的保鲜机理归纳起来主要有以下三个方面:第一,通过调节果蔬的呼吸作用和新陈代谢速率来抑制衰老过程;第二,抑制微生物活动,特别是对果蔬品质有极大影响的腐败菌和致病微生物;第三,控制内部水分蒸发,这主要通过对环境相对湿度的控制和细胞间水分的结构化来实现^[2]。

1.1 低温保鲜

研究证明,较低的温度能够有效降低果蔬采后的呼吸速率,抑制食用菌等鲜活农产品的各种生理生化反应和褐变,延缓果蔬品质劣变,延长产品的保鲜期。同时,农产品在贮藏期间常常由于霉菌、酵母等微生物的生长、增殖而腐败变质。当贮藏环境保持在较低温度时,由于细胞内水分的冻结、各种酶活力的下降等因素会使微生物的新陈代谢速率降低,从而抑制微生物的滋长,达到果蔬保鲜的目的。尽管较低的贮藏温度有利于鲜活农产品的贮藏与保鲜,但是由于大部分果蔬在10℃以下会发生不同程度的冷害,因此鲜活农产品的低温贮藏应该是在适当的、受控制的温度条件下进行。

谭志勇等^[3]研究了不同温度条件下(高温30℃、常温24℃和低温4℃)鸡腿菇、杏鲍菇、茶树菇和长根菇的贮藏品质,发现低温条件能够有效延缓各品种食用菌的保鲜时间,但是品种之间存在一定差异。实验结果表明,在30、24、4℃条件下,4种食用菌的保鲜期均表现为鲍鱼菇>长根菇>茶树菇>鸡腿菇。

1.2 化学保鲜

化学试剂对果实的保鲜作用主要体现在对乙烯的抑制、对呼吸作用的抑制和对细菌繁殖的抑制等方面。例如,1-甲基环丙烯(1-MCP)具有与乙烯相似的结构,它能够跟乙烯受体紧密结合而不从受体上脱落下来,不仅可以强烈地抑制果实对环境中的乙烯气体的响应,还能够抑制外源性乙烯对内源性乙烯产生的诱导作用,从而延缓果蔬的后熟以及衰老过程^[4]。又比如,高锰酸钾(KMnO₄)是极强的氧化剂,它能够氧化果实在后熟过程中释放的乙烯,从而减少环境中乙烯的含量以达到抑制乙烯催熟作用、延缓果实衰老的目的。KMnO₄的强氧化性对微生物也具有较大的杀灭作用^[5],均可以使果蔬的货架期得到延长。但是,这些化合物在毒副作用和药剂残留上的安全性正在受到人们的广泛质疑。因此,出于对食品安全的考虑,从动植物或者微生物及其代谢产物中提取、获得的天然保鲜剂将是今后食品保鲜剂的主要发展方向。

蒋永衡等^[6]在室温20℃,相对湿度48%的环境中,比较了4种生物型保鲜剂对双孢蘑菇的保鲜效果。实验结果表明,0.2%白亚麻籽胶胶体溶液中加入果蔬提取营养液(3:1, V/V)制成的生物型保鲜剂能减少双孢蘑菇水分蒸发,具有降低质量损失率的作用。

1.3 气调保鲜

气调保鲜是指在特定气体环境中的保藏果蔬等农产品的一种冷藏方法,是目前鲜活农产品规模化贮藏的主要方式之一。气调保鲜可以分为控制性气调(controlled atmosphere, CA)和自发性气调(modified atmosphere, MA)两种,是在自发气调保藏的基础上演变发展而来的。其主要机理是:通过人为降低贮藏环境中的O₂浓度、提高CO₂浓度来抑制果蔬的呼吸作用,在维持有机体生理状态的前提下尽量减少果蔬体内物质消耗,使其保持新鲜和可食状态,从而达到延缓果蔬衰老,延长果蔬贮藏时间的目的。

但是,受到场地设备、技术、资金等条件的限制,要大范围推广使用气调库还需要一段时间。此外,有一些果蔬对低氧、高二氧化碳的气体环境非常敏感,不适合气调贮藏,这也在一定程度上限制了气调贮藏在果蔬保鲜上的应用和推广。

Guillaume等^[7]在20℃、相对湿度80%条件下,研究分别使用聚氯乙烯(polyvinylchloride, PVC)薄膜、纸膜、涂被了面筋蛋白的纸膜封口的MAP(modified atmosphere packing)包装中双孢蘑菇品质的变化规律。结果发现,使用涂被了面筋蛋白的纸膜封口的MAP包装对于延长双孢蘑菇货架期效果最好,双孢蘑菇的色泽且无开伞现象,在3d内都保持了良好的质地和硬度。而普通PVC封口包装的蘑菇仅能够维持1d的货架期。

Cliffe-Byrnes等^[8]则将清洗和MAP结合起来,研究了切片双孢蘑菇贮藏品质的变化。其中,清洗时间、消毒剂种类(包括异抗坏血酸钠、二氧化氯和过氧化氢)各不相同,实验在4℃条件下持续7d。结果表明,过氧化氢在抑制巴斯德菌群上效果优于二氧化氯;而过氧化氢与异抗坏血酸钠组成的复合消毒剂不仅能够显著减低蘑菇的菌落总数,而且更能够使菇片保持更好的外观。

1.4 涂膜保鲜

涂膜保鲜^[9-10]是在果蔬表面涂上一层无毒、稳定、无明显异味、与食品接触后不产生对人体有害的物质、具有良好附着力和一定机械强度的涂膜剂,经干燥后在果蔬表面形成一层不易察觉、无色且透明的半透膜。由于该涂层可以封闭果蔬组织表面的气孔,形成具有严密渗透性的体内渗透环境,通过抑制呼吸作用、减少水分蒸发达到保持果蔬品质、延长货架期的目的。涂膜保鲜法以其低廉的成本和良好的保鲜效果而备受关注。此外,果蔬表面形成一层被膜,大大改善了其色泽,增加了亮度,提高了果蔬的商品价值^[10]。目前,运用比较多的涂膜材料有多糖类(如壳聚糖、海藻酸钠、魔芋葡甘聚糖)、蛋白类(玉米醇溶蛋白、乳清蛋白、大豆分离蛋白)、酯类涂膜保鲜剂(米糠蜡、乙酰单甘酯、蔗糖脂肪酸酯)等。

Jiang 等^[11]研究了壳聚糖、葡萄糖及壳聚糖-葡萄糖复合物涂膜对香菇保鲜的作用,结果表明,壳聚糖-葡萄糖复合物涂膜相比于其他涂膜更好地保持了香菇的贮藏品质,抑制有害菌的生成,延长了香菇的贮藏期。

1.5 辐射保鲜

食品辐射保藏是指利用原子能射线的辐射能量照射食品或者其原材料,进行灭菌、杀灭虫害和寄生虫、消毒、防霉等加工处理,抑制根类食物的发芽和延迟新鲜食物生理过程的成熟发展,以达到延长食品保藏期的方法和技术,又称为食品辐照技术^[12]。根据我国《辐照食品卫生管理办法》附则中的定义:辐照食品是指用钴-60、铯-137 产生 γ 射线或者电子加速器产生的低于 100MeV 电子束来照射加工保藏的食品。较之于传统的热杀菌食品保藏技术,辐射处理属于“冷杀菌”,处理期间不会因为热量的产生而对食品品质造成损害,并且具有成本低、无化学污染、应用范围广等特点。

Carmen 等^[13]用 1.5kGy 和 2.5kGy 剂量的阴极射线照射夏块菌然后贮藏,研究了阴极射线照射处理对块菌菌落情况、感官质量等的影响。结果表明,阴极射线照射能够抑制块菌表面有害菌落的生长,同时保持较高的感官品质,2.5kGy 剂量照射可延长块菌贮藏期到 42d。

1.6 臭氧保鲜

臭氧(O_3)是一种常温条件下不稳定的淡蓝色气体,容易分解产生具有强氧化能力的原子氧,其在水中的氧化还原电位为 2.07eV,仅次于氟^[14]。臭氧能够抑制果蔬细胞内氧化酶的活性、阻碍糖代谢的正常进行,快速氧化分解果蔬释放出来的乙烯气体,同时氧化果蔬表面的微生物、杀菌,从而达到保持鲜活农产品品质、延长贮藏期的目的。作为一种无残留、高活性、高渗透性的强氧化剂,臭氧在食品工业中的应用越来越受到重视。

杨艳芬等^[15]研究了臭氧处理过的双孢蘑菇贮藏期间的呼吸作用、细胞膜透性、多酚氧化酶(PPO)和过氧化氢酶(CAT)活力的变化,发现与未经臭氧处理的双孢蘑菇相比,臭氧处理过的双孢蘑菇子实体的新陈代谢速率受到抑制、呼吸高峰被推迟,自溶延缓。同时,在相同条件下,臭氧处理 10min 能够有效降低双孢蘑菇的细胞膜透性和 PPO 活力,且 CAT 活力维持在较高水平。

1.7 其他新技术

在国内外果蔬等鲜活农产品的贮藏保鲜中,微生物保鲜^[16]、减压贮藏^[17]、超声波处理^[18]、基因工程技术保鲜^[19]等技术领域均有一定的探索和研究,但是在食用菌保鲜的应用上鲜有报道。

2 食用菌深加工技术研究现状

食用菌含有蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质元素、核苷酸等多种营养成分,具有高蛋白、低糖、

低脂肪、多种氨基酸并存的特点,各营养素之间配比合理^[20]。同时,食用菌还含有多种生物活性物质,如具有抗癌、降血压、降低胆固醇等多种功效,是药食同源的保健食品原料^[21]。随着人们生活水平的提高,食用菌深加工技术有较快的发展。食用菌产业已成为 21 世纪世人瞩目的具有广阔开发前景的农业主导产业。因此,食用菌深加工越来越引起食用菌界研究者的重视,并形成了这样的共识:“未来的食用菌发展,必须以食用菌深加工为依托,没有深加工的发展,就没有食用菌的发展”^[11]。

2.1 食用菌的深加工内涵

农产品深加工是指对农业产品进行深度加工制作以体现其效益最大化的生产环节,食用菌产品的深加工可以从一下几个方面进行:传统食用菌干鲜菇加工的改进,如对鲜菇保鲜空运技术的应用等;残次菇以及下脚料的综合利用,加工成即食食品、休闲食品等;食用菌中有效成分的提取和利用,加工成药品、食品、化妆品等;食用菌菌糠的加工利用,加工成饲料、复合肥料等^[22]。

2.2 食用菌深加工技术

2.2.1 热泵干燥技术

无论是外观色泽、营养成分保存率和复水性,还是能耗成本,热泵干燥都优于热风干燥。热泵干燥的优点主要是节约能源和干燥产品质量好,并且在干燥过程中对环境污染小^[23]。随着对这些优点的更多认识,热泵干燥一定会被更普遍地应用到食用菌的加工中。

2.2.2 真空冷冻干燥技术

真空冷冻干燥技术是指将湿物料先冻结至冰点以下,使水分变成固态冰,然后在较高的真空度下直接将冰转化为蒸汽的干燥方法。微波冷冻干燥技术也属于真空冷冻干燥技术的一种。用此法加工的食品称为真空冻干食品。由于冻干过程处于低温和真空条件下,且不需任何添加剂,所以冻干食品基本能保持原有的形、色、味和营养成分,而且产品保质期长,复水性好,食用方便。近年来国际冻干食品市场逐年增大,甚至供不应求,因此,利用先进的真空冻干技术,加工发展具有高质量、高附加值的冻干食用菌产品,具有广阔的市场前景。真空冷冻干燥食用菌对发展我国食用菌深加工,将其推向国际市场,将起到决定性的推动作用,具有较高的经济效益和社会效益^[24]。

2.2.3 浸提技术

食用菌浸提技术是指将食用菌浸泡后,提取其汁液,将其汁液直接加工成饮料或干燥成粉末的加工技术,在食用菌方便食品中有很大应用,如食用菌饮料^[25]、食用菌面食产品^[26]等。

2.3 食用菌深加工制品

2.3.1 软包装食用菌

随着食用菌栽培技术不断创新和普及推广,食用菌产量大幅提高。传统烘干、盐水保鲜等加工方法与人们的生活需要有一定的差距。食用菌软包装休闲食品研究开发,以其食用方便、价廉以及独特风味备受欢迎^[25]。如即食茶树菇软包装加工技术^[27]。

2.3.2 食用菌复合饮料

可口的饮料是消费大众普遍喜爱的产品,而近年来不时出现的食品安全问题及健康问题又使得消费者对此类产品有所顾忌。如果能利用食用菌本身的特殊风味,加入必要的几种天然食品添加剂,开发出天然饮料,就可以在在一定程度上弥补不足。田龙等^[28]以长根菇为原料,配制出一种营养、保健、绿色的食用菌饮料。

2.3.3 食用菌汤料

食用菌汤料属于方便调味料,由食用菌子实体经粉碎、过筛、添加甜味剂、咸味剂、香辛料混合而成;或由食用菌子实体经浸提后所得到的浸提液,经浓缩、干燥后与其他调味料混合而成。

2.3.4 冻干速溶汤块

食用菌冻干速溶汤块产品营养丰富,保持了原有汤料的风味特色,得到了广大消费者的普遍欢迎,是传统制品向现代快餐化发展的成功范例。冻干速溶汤块与传统的速溶汤块相比,具有明显的优点:除水分外皆具有冻干速溶汤块组成成分加工前的所有物理特征(形、色、味),其营养成分在加工过程中基本保持不变。当然,该产品技术还需要进一步深入研究,扩大产品花色和品种,满足不同口味、不同消费人群的各种需求^[29]。

2.3.5 其他加工制品

余永明^[26]报道了四款食用菌糖制品加工技术,许洁^[30]报道了食用菌面食品加工技术。食用菌可加工的形式还有很多,如发酵奶、食用菌脆片^[31-32]、食用菌冻干粉、香菇糯米酒、香菇保健蛋糕和食用菌面包加工等。这些食用菌产品品种多样、营养丰富,拓展了食用菌应用的空间。

3 食用菌产业保鲜与加工技术问题与对策

食用菌生产具有“不与农争时、不与人争粮、不与粮争地、不与地争肥,占地少、用水少、投资小和见效快”等特点,能把大量废弃的农作物秸秆转化为可供人类食用的优质蛋白与健康食品,是延长农业产业链的重要组成部分。但是目前我国食用菌产业仍处在保鲜技术低端、普及度不高、粗加工多、平均规模小、综合利用差、能耗高、效益低的初级发展阶段。随着社会进步和经济发展,人们生活水平不断提高,传统

的食用菌干鲜品和初级加工产品已不能满足消费者的需要,急需新型食用菌保鲜技术和深加工产品。因此,发展食用菌保鲜技术和加工产品,延伸食用菌产业链条是保持食用菌产业健康平衡发展的重要环节,在今后的食用菌保鲜技术和加工方面还需要进一步加以提升。为促进食用菌产业的发展,应加强以下几方面的研究:1)根据食用菌的贮藏特性和要求,研制简单有效的食用菌贮藏保鲜技术,制订一系列的质量控制标准和技术标准,提高食用菌保鲜品质,增强抵御市场风险能力,提高自身经济收益;2)根据食用菌的不同加工特性,开发不同的加工产品,进行产业升级换代,加大精深加工产品的研究开发,增加产品附加值;3)加大对食用菌营养性、功能性的宣传,现在我国食用菌的消费还停留在味道上面,很多消费者还不能深入了解食用菌的营养功能和保健功能;4)食用菌药用功能因子的研究与开发,食用菌中有很多具有药用功能的成分,如抗癌药物的研制,对这方面的研究我国还处于起步阶段,加大对食用菌药用功能因子的开发是今后科研和新产品开发的主要方向;5)建议政府加大对龙头企业扶持,尽快形成一批在国内外有实力的大公司,使其适应国际化的需要,加强政府投入,形成一批拥有自主知识产权的产品。

建立从栽培、采收、分级、贮藏、加工、包装到市场销售的食用菌系列化加工装备及其配套设施,是当今世界优质农产品生产的最主要方式,也是食用菌产业结构调整、升级、产业链发展壮大与国际接轨的必由之路。

参考文献:

- [1] 张金霞. 中国食用菌产业科学与发展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 4.
- [2] 张懿, 范柳萍. 国内外果蔬保鲜技术发展状况及趋势分析[J]. 蔬菜, 2004(12): 27-29.
- [3] 谭志勇, 何焕清, 邓海涛, 等. 同温度和化学处理对食用菌贮藏保鲜效果的影响[J]. 广东农业科学, 2005(6): 73-74.
- [4] SISLER E C, SEREK M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments[J]. *Physiologia Plantarum*, 1997, 100(3): 577-582.
- [5] 贺伦英, 曾仁侠. 高锰酸钾对柑橘果实保鲜作用的研究[J]. 中国包装工业, 2000(1): 33-35.
- [6] 蒋永衡, 王许玲, 翁琴, 等. 生物型保鲜剂对双孢蘑菇保鲜效果的比较[J]. 农产品加工, 2009(12): 25-26; 58.
- [7] GUILLAUME C, SCHWAB I, GASTALDI E, et al. Biobased packaging for improving preservation of fresh common mushrooms (*Agaricus bisporus* L.)[J]. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2010, 11(4): 690-696.
- [8] CLIFFE-BYRNES V, BEIRNE D O. Effects of washing treatment on microbial and sensory quality of modified atmosphere (MA) packaged fresh sliced mushroom (*Agaricus bisporus*) [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 48(2): 283-294.
- [9] 温书恒, 殷海波. 水果和蔬菜保鲜技术研究进展[J]. 中国植保导刊,

- 2009, 29(11): 18-21.
- [10] 吴安君, 李瑜. 果蔬涂膜保鲜的研究现状[J]. 粮油加工, 2009(3): 134-137.
- [11] JIANG Tianjia, FENG Lifang, LI Jianrong. Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan-glucose complex coating under cold storage[J]. Food Chemistry, 2012, 131: 780-786.
- [12] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 52.
- [13] CARMEN S R, DOMINGO B, PEDRO M, et al. Effects of electron-beam irradiation on the shelf life, microbial populations and sensory characteristics of summer truffles (*Tuber aestivum*) packaged under modified atmospheres[J]. Food Microbiology, 2011, 28: 141-148.
- [14] 吴秀兰, 唐文武. 臭氧在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 江西农业学报, 2007, 19(3): 75-76.
- [15] 杨艳芬, 张彩珍, 胡亮, 等. 臭氧处理与低温对双孢蘑菇保鲜效果的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(1): 29-34.
- [16] LIMA G, IPPOLITO A, NIGRO F, et al. Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida aleophila* against postharvest strawberry rots[J]. Postharvest Biological Technology, 1997, 10(2): 169-178.
- [17] 赵娟娟. 果蔬保鲜技术的现状及发展研究[J]. 现代农村科技, 2009(21): 51-52.
- [18] 王静, 韩涛, 李丽萍. 超声波的生物效应及其在食品工业中的应用[J]. 北京农学院学报, 2006, 21(1): 66-74.
- [19] 王曙文, 代永刚, 牛红红, 等. 国内外果蔬生物保鲜技术的研究进展[J]. 农产品加工: 学刊, 2008, 157(12): 110-113.
- [20] 王一心, 李平. 食用菌的营养成分及药理作用研究进展[J]. 大理医学院学报, 2001, 10(10): 63-65.
- [21] KIM M Y, SEGUIN P, AHN J K, et al. Phenolic compound concentration and antioxidant activities of edible and medicinal mushrooms from Korea[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(16): 7265-7270.
- [22] 赵义涛, 唐玉琴, 刘萍. 食用菌深加工与功能性食品开发[J]. 中国农学通报, 2003, 19(2): 109-110.
- [23] 徐刚, 张森旺, 顾震, 等. 脱水蔬菜两种干燥工艺的试验研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(11): 3360-3361.
- [24] 郑秀莲. 真空冷冻干燥技术原理及其在食用菌加工方面的应用[J]. 食用菌学报, 1999, 6(3): 43-45.
- [25] 陶坤城, 林群伟, 陶孟育. 食用菌软包装技术开发试验初报[J]. 温州农业科技, 1998(2): 36-37.
- [26] 余永明. 四款食用菌糖制品加工技术[J]. 农村新技术, 2008(6): 78-79.
- [27] 徐秀忠, 越瑞慈, 方树古. 即食茶树菇软包装加工技术[J]. 中国果菜, 2004(1): 31.
- [28] 田龙, 庞振凌, 杜敏华. 富含长根菇营养物质的保健饮料的研制[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(15): 3793-3794.
- [29] 王玉川. 冻干速溶汤块的研究[J]. 食品技术, 2005(7): 34-35.
- [30] 许洁. 食用菌米面食品加工技术[J]. 农村新技术, 2009(12): 34-36.
- [31] PAULO F, SILVA D, MOREIRA R G. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks[J]. LWT - Food Science and Technology, 2008, 41(10): 1758-1767.
- [32] RAM Y, THAWORN A, KULCHANAT P. Effects of vacuum frying on structural changes of bananas[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 106(4): 298-305.