

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.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.082

不同薄膜包装对黄花菜贮藏品质的影响

高建晓,古荣鑫,胡花丽,王毓宁,李鹏霞,李志强

(江苏省农业科学院农产品加工研究所,江苏南京 210014)

摘要:为探讨不同薄膜包装对黄花菜保鲜效果的影响,以黄花菜为试验材料,在 0~2℃ 贮藏条件下,研究了 5 种薄膜[5.40 μm 聚乙烯袋(P₁ 处理)、12.75 μm 聚乙烯袋(P₂ 处理)、15.55 μm 聚乙烯袋(P₃ 处理)、32.70 μm 聚乙烯袋(P₄ 处理)、5.40 μm 带孔聚乙烯袋(CK)]对黄花菜贮藏效果的影响。研究表明,P₄ 处理可在包装袋微环境中形成高浓度 CO₂ (10.23%~11.73%)和低浓度 O₂ (0.19%~2.53%),显著延缓采后黄花菜叶绿素的降解以及 pH 值的下降,从而明显抑制黄花菜的腐烂进程,并明显延长其贮藏保鲜期。综合比较可知,P₄ 处理可以显著降低采后黄花菜品质的下降,延长其保鲜期。

关键词:黄花菜;薄膜处理;贮藏品质;保鲜效果;感官评价

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)02-0255-04

黄花菜(*Heremacallis citrina*)别称金针菜,为百合科多年生草本植物,其食用部分为花蕾,是我国的特色蔬菜之一^[1]。黄花菜味鲜质嫩,营养丰富,含有丰富的糖、蛋白质、维生素 C、钙、脂肪、胡萝卜素、氨基酸等人体必需的营养成分。在现代生活中,黄花菜与香菇、木耳、冬笋一起被称为蔬菜中的四大珍品^[2]。黄花菜采收时正值夏季高温季节,采后极易腐烂变质,这为其贮藏运输及销售带来了困难^[3]。目前,黄花菜已经在我国许多地区大规模栽培,但主要销售方式仍然为干制黄花菜。黄花菜的干制导致其营养价值严重损失,口味变化较大,因此广大消费者迫切需要鲜黄花菜的出现。黄花菜保鲜技术对于黄花菜运输和销售具有重大意义,成为黄花菜产业链中迫切需要解决的问题。针对这一特点,很多学者采用气调贮藏^[4]、低温冷贮^[5]、辐射保鲜^[6]等技术,还有采用植物提取液^[7]、植物激素^[8]等处理改善黄花菜的保鲜效果,延长其贮藏期。

薄膜包装通过薄膜的渗透作用与果蔬的呼吸作用,在包装袋微环境内形成高浓度 CO₂ 和低浓度 O₂ 环境,将果蔬与外界环境隔离,消除周边环境对果蔬的污染,并通过影响果蔬的新陈代谢而起到保鲜的作用^[9-10]。此外,薄膜包装具有简单方便、经济实用等特点^[11],因而在多种果蔬保鲜中被广泛应用^[12]。然而不同种类果蔬气调包装所需的包装材料是有所区别的,当果蔬种类、品种及贮藏温度确定后,包装材料及其厚度成为保鲜的关键因素,因此需要针对不同果蔬产品找出与之相适应的薄膜种类^[13-14],这是果蔬薄膜包装过程中的重要问题。目前,鲜有黄花菜薄膜包装的相关研究报道,因此本研究以黄花菜为试验材料,研究不同薄膜包装对黄花菜保

鲜效果的影响,旨在为黄花菜的采后保鲜研究提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验所用黄花菜采摘于江苏省宿迁市,采后 2 h 内运回江苏省农业科学院。挑选成熟度一致、无机械伤、无病虫害的黄花菜作为试验材料,然后采用 5.40 μm 聚乙烯袋[P₁ 处理,为市售妙洁保鲜袋,CO₂ 渗透系数:173 693.41 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数:78 173.5 mL/(m²·d)]、12.75 μm 聚乙烯袋[P₂ 处理,购于山西省农业科学院,CO₂ 渗透系数:553 525.26 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数:440 129.22 mL/(m²·d)]、15.55 μm 聚乙烯袋[P₃ 处理,购于山西省农业科学院,CO₂ 渗透系数:92 684.12 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数:34 438.62 mL/(m²·d)]、32.70 μm 聚乙烯袋[P₄ 处理,购于漳州天珍塑料有限公司,CO₂ 渗透系数:31 616.57 mL/(m²·d),O₂ 渗透系数:4 329 mL/(m²·d)]、5.40 μm 带孔聚乙烯袋(CK)对黄花菜进行包装处理。渗透系数由国家农产品保鲜工程技术研究中心的透气性测试仪测定,每袋包装黄花菜(350±15)g,平行 3 次重复,每个处理 5 袋,置于温度 0~2℃、湿度 80%~90%的冷库中进行自发气调贮藏;取黄花菜最外 3 层叶片,切除叶片两端,取中部冻样,用于相关指标的测定。

1.2 主要仪器

TU-1810 紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;Agilent Technologies 7280A 气相色谱仪,安捷伦科技有限公司;CYES-II 型氧/二氧化碳气体测定仪,苏州市天威仪器有限公司;pH 计,梅特勒-托利多仪器(中国)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 感官特性评定 参照 NY 5186—2002《无公害食品干制金针菜》^[15],参考高愿军等的方法^[16]并略有改动,采用感官评分对黄花菜进行感官评价外(表 1)。根据风味(黄花菜本身所固有的香气是否浓郁)、色泽、所保持原有形态(观察是否开花、腐败变质等)的程度等进行综合排序法评分,9 分为最高分,6 分为商品界限,6 分以下为失去商品价值。

收稿日期:2014-03-17

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3080]。

作者简介:高建晓(1991—),女,山西晋中人,硕士研究生,主要从事果蔬保鲜与加工研究。E-mail:gaojianxiao@163.com。

通信作者:李志强,博士,副研究员,主要从事果蔬保鲜研究。Tel:(025)84392409;E-mail:guoshubaoxian@163.com。

表 1 黄花菜感官评价表

评价项目	评分标准(分)				
	9	8	7	6	5
风味	固有香气	香气变淡	无香气	无香气	异味
色泽	黄绿色、绿色为主	部分黄化	部分黄化,少部分褐变	全部黄化,少部分褐变	全部褐变
开花	无	个别花蕾张嘴	大部分开花	全部开花	全部开花
腐败	无	无	无	很少	全部

1.3.2 失重率测定 参考李莹等的方法^[17]并略有改动,计算公式如下:失重率=(入库当天的质量-每次测定时的质量)/入库当天的质量×100%。

1.3.3 呼吸强度测定 呼吸强度的测定参考李鹏霞等的方法^[18]。

1.3.4 O₂/CO₂ 含量测定 采用 CYES-Ⅱ 氧/二氧化碳气体测定仪测定包装袋内的 O₂、CO₂ 含量。

1.3.5 叶绿素含量测定 参考 Fargašová 等的方法^[19]并略加改动。称取 2 g 样品,加 15 mL 无水乙醇(预冷)充分打浆,避光浸提 24 h 后过滤。测定滤液在 649、665 nm 下的吸光值。用无水乙醇调零,测定叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素含量。

1.3.6 酸度测定 参考 Tudela 等的方法^[20]并略有改动。称取 2 g 样品,加 15 mL 蒸馏水充分打浆,于 4 ℃、10 000 r/min

离心 20 min,上清液用 pH 计测定其酸度值。

1.4 数据处理

所有数据均平行测定 3 次,数据采用“平均值±标准偏差”表示。数据用 SPSS 软件进行处理,并进行邓肯式多重差异分析。

2 结果与分析

2.1 不同薄膜包装对黄花菜感官品质的影响

图 1 为贮藏过程中黄花菜的感官表现(在贮藏 21 d 时,只有 P₄ 薄膜包装处理的黄花菜没有腐烂,其他包装处理均已全部腐烂)。表 2 为黄花菜在薄膜包装贮藏过程中感官品质的变化情况。由图 1、表 2 可知,P₄ 薄膜包装处理的感官效果最好,P₁、P₃ 处理略好于 CK 处理,P₂ 与 CK 处理效果相当。

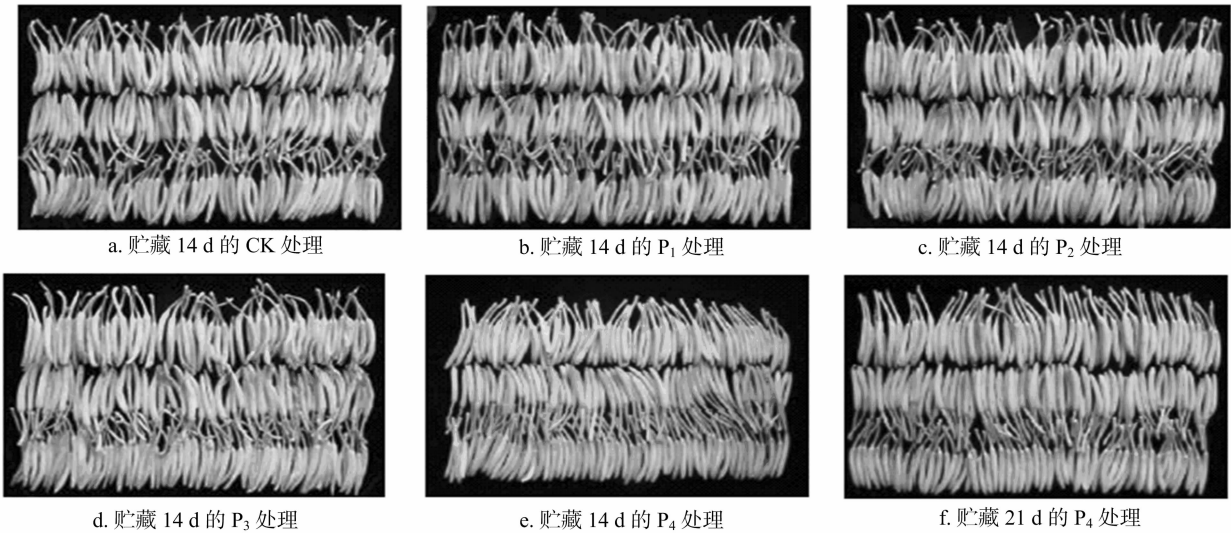


图 1 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中的感官表现

表 2 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中感官品质的变化

处理	不同贮藏时间的感官得分(分)		
	7 d	14 d	21 d
P ₁	8.18±0.04	7.37±0.06	5.00±0.00
P ₂	7.79±0.09	6.23±0.04	5.00±0.00
P ₃	8.15±0.03	7.35±0.04	5.00±0.00
P ₄	8.90±0.04	8.14±0.02	8.09±0.02
CK	7.73±0.10	6.11±0.02	5.00±0.00

2.2 不同薄膜包装对采后黄花菜失重率的影响

果蔬贮藏过程中,由于呼吸作用和蒸腾作用容易出现失重现象。在黄花菜贮藏过程中,其失重率的变化如图 2 所示,可见不同处理黄花菜的失重率均随着贮藏时间的延长而逐渐增加。在整个贮藏过程中,P₄ 处理贮藏 21 d 后,失重率仅为 4.95%,显著低于其他 3 个处理和 CK(P<0.05);贮藏 0~

14 d,P₁ 处理明显低于 P₂、P₃、CK 处理;此外,P₂、P₃、CK 处理的失重率无显著差异。综合结果可知,P₄ 处理可有效降低黄花菜的失重现象,P₁ 处理次之。

2.3 不同薄膜包装对采后黄花菜呼吸强度的影响

由图 3 可看出,CK 处理在贮藏过程中,黄花菜呼吸强度整体上呈现下降趋势,这可能与黄花菜腐烂有直接关系。P₁、P₂、P₃、P₄ 4 个处理的呼吸强度均为先上升后下降,但是不同薄膜处理的黄花菜呼吸强度有较大差异;P₄ 薄膜处理的黄花菜在贮藏过程中呼吸强度变化不大,在 32~54 mg/(kg·h)之间波动,显著低于其他 3 个处理(P<0.05)。分析结果可知,P₄ 薄膜包装处理可有效抑制黄花菜的呼吸强度。

2.4 不同薄膜包装袋内的 CO₂、O₂ 浓度

由图 4-A 可以看出,在黄花菜贮藏过程中,P₁、P₂、P₃、P₄ 4 种包装袋处理的 CO₂ 浓度分别维持在 4.1%~4.2%、0.1%~

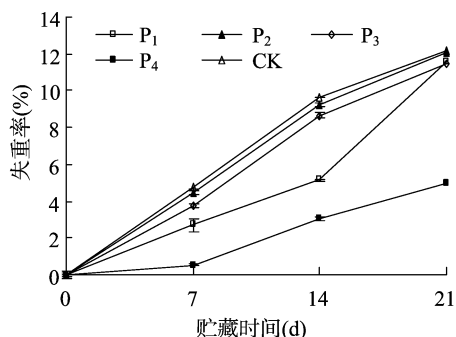


图2 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中失重率的变化

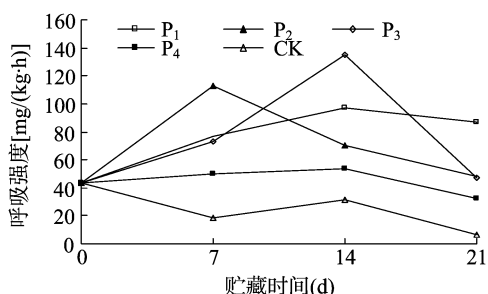
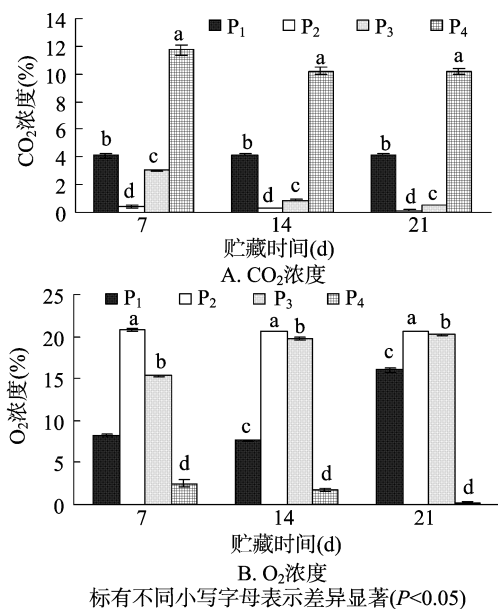


图3 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中呼吸强度的变化

图4 不同薄膜包装袋内的CO₂、O₂浓度

0.4%、0.5% ~ 3.1%、10.2% ~ 11.7%；其中 P₄ 处理的 CO₂ 浓度显著高于 P₁、P₂、P₃ 3 种处理 ($P < 0.05$)。

由图 4-B 可以看出,在黄花菜贮藏过程中,P₁、P₂、P₃、P₄ 4 种包装袋处理的 O₂ 浓度分别维持在 7.7% ~ 16.0%、20.6% ~ 20.8%、15.3% ~ 20.2%、0.2% ~ 2.5%；其中 P₄ 处理的 O₂ 浓度显著低于 P₁、P₂、P₃ 3 种处理 ($P < 0.05$)。P₄ 薄膜处理中所生成的高 CO₂、低 O₂ 的微环境,可能与其 CO₂、O₂ 渗透系数更低,包装袋内与外界气体流通较少有直接关系。

2.5 不同薄膜包装对采后黄花菜叶绿素含量的影响

由图 5-A 可看出,贮藏过程中不同处理黄花菜的叶绿素 a 含量总体上均呈下降的趋势,在贮藏 7、14 d 时,P₄ 处理的叶绿素 a 含量显著高于其他处理 ($P < 0.05$),其叶绿素 a

含量分别是 CK 的 2.10、2.34 倍;贮藏 14 d 后,叶绿素含量仍为刚开始的 85.6%。P₁ 处理在整个贮藏过程中黄花菜的叶绿素 a 含量显著高于 CK ($P < 0.05$),在贮藏 7、14 d 时,分别是 CK 的 1.42、1.28 倍。P₂、P₃ 处理的叶绿素 a 含量低于 CK。可以看出,P₄ 薄膜包装处理可以维持黄花菜中较高的叶绿素 a 含量。

由图 5-B 可看出,贮藏过程中不同处理黄花菜的叶绿素 b 含量均呈先下降后上升的趋势。在贮藏 7、14 d 时,P₄ 处理的叶绿素 b 含量显著高于其他处理 ($P < 0.05$),其叶绿素 b 含量分别是 CK 的 1.64、1.26 倍。与叶绿素 a 结果类似,P₁ 处理黄花菜的叶绿素 b 含量显著高于 CK ($P < 0.05$);P₂、P₃ 处理黄花菜的叶绿素 b 含量低于 CK。可以看出,P₄ 薄膜包装处理可维持黄花菜中较高的叶绿素 b 含量。

由图 5-C 可看出,贮藏过程中不同薄膜处理的黄花菜总叶绿素含量总体上呈现先下降后上升的趋势。在贮藏 7、14 d 时,P₄ 处理的总叶绿素含量显著高于 CK ($P < 0.05$),P₄ 处理的总叶绿素含量分别是 CK 的 2.03、2.10 倍。P₁ 处理的总叶绿素含量显著低于 P₄ 处理 ($P < 0.05$);P₁ 处理的总叶绿素含量分别是 CK 的 1.42、1.24 倍。P₂、P₃ 处理黄花菜的总叶绿素含量低于 CK。可以看出,P₄ 薄膜包装处理可维持黄花菜中较高的叶绿素含量。

对黄花菜中叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素的研究结果表明,P₄ 薄膜包装处理可有效抑制黄花菜中叶绿素的降解。

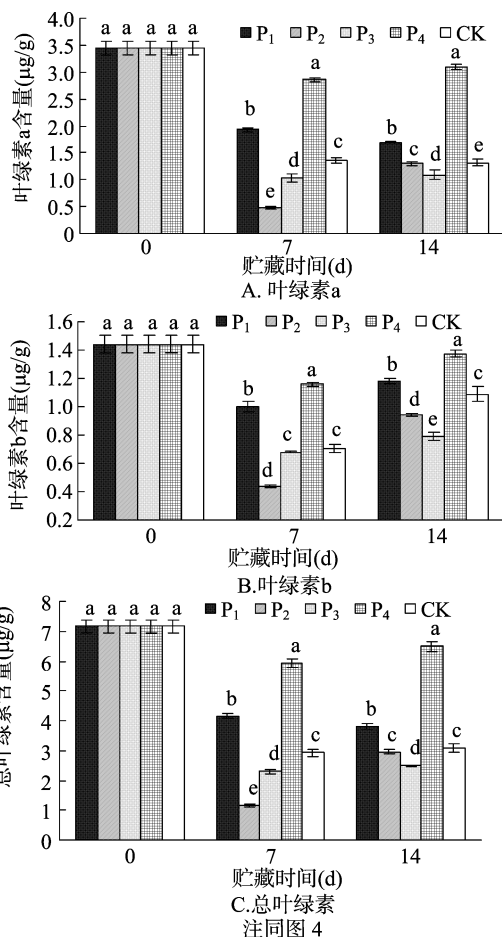


图5 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中叶绿素含量的变化

2.6 不同薄膜包装对采后黄花菜 pH 值的影响

由图 6 可以看出,在整个贮藏过程中,各处理黄花菜的 pH 值总体上均呈下降的趋势,表明贮藏过程中的酸度在加大。 P_4 处理黄花菜的 pH 值变化最小,贮藏至 7 d 时, pH 值比贮藏第 1 天低 0.96%;贮藏至 14 d 时, P_4 处理黄花菜的 pH 值仅比贮藏 7 d 高 0.19%。 P_1 、 P_2 、 P_3 、CK 处理在贮藏 7 d 后的 pH 值与开始时相比分别下降了 1.15%、0.58%、1.15%、0.38%;贮藏 14 d 后, P_1 、 P_2 、 P_3 、CK 处理黄花菜的 pH 值与贮藏 7 d 相比分别下降了 0.97%、2.13%、0.19%、2.90%。可以看出, P_4 处理黄花菜的 pH 值变化最小,能更好地维持黄花菜 pH 值。

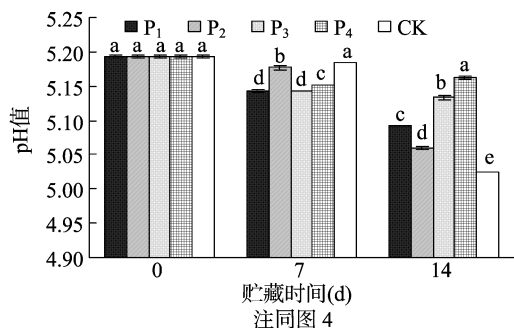


图6 黄花菜在薄膜包装贮藏过程中 pH 值的变化

3 结论与讨论

薄膜包装可利用果蔬的呼吸和包装袋的透气性之间的动态平衡,在包装袋内形成高 CO_2 浓度、低 O_2 浓度的微环境^[21],进而抑制果蔬的呼吸强度^[22]。研究结果发现,从感官角度来看, P_4 处理的保鲜效果显著优于其他处理;此外, P_4 包装袋内 CO_2 浓度最高,且 O_2 浓度最低,分别维持在 10.2% ~ 11.7%、0.2% ~ 2.5%。对呼吸的研究发现,在整个贮藏过程中, P_4 处理在维持植物感官品质的前提下,可显著抑制黄花菜的呼吸强度。胡花丽等研究发现,PE 薄膜气调处理能够减弱黑宝石李果实的呼吸速率,并减轻其腐烂症状^[23]。

失重是果蔬贮藏期间存在的一种生理现象,一般果蔬损失其原有质量的 5% 时就会出现明显的萎蔫现象。大多数果蔬的含水量很高,果蔬失重主要是由于果蔬蒸腾失水造成的,而呼吸作用导致的失重所占比率很小^[24]。薄膜包装和低温 (0 ~ 2 °C) 有效抑制了水分蒸发,使黄花菜保持较低的失重率,且 P_4 处理效果最好,说明 P_4 薄膜包装处理可以有效地避免黄花菜有效成分的损失。

叶绿素是植物生理活动的最重要指标之一^[25],叶绿素不但影响到植物光合作用,而且对蔬菜保鲜效果及其生产销售具有重大意义^[26-27]。叶绿素降解的机理与乙烯释放量、叶绿素酶分解、叶绿素脱镁等相关^[28],Kurca 等的研究^[29]表明,葡萄叶呼吸过程中产生的 CO_2 、乙烯与叶绿素 a、叶绿素 b 的降解有关。对叶绿素含量研究结果表明, P_4 薄膜包装处理的保绿效果最好,能有效延缓叶绿素降解,从而更好地维持黄花菜生理活动。

薄膜包装通过对果蔬呼吸强度的影响,可进一步调控其采后的新陈代谢,最终影响果蔬内容物的变化及品质的改变^[30]。在贮藏过程中黄花菜的 pH 值表现出降低趋势,研究结果表明,贮藏过程中黄花菜的酸度呈增加趋势。Villanueva 等对芦笋 pH 值的研究^[31]结果表明,芦笋在贮藏过程中酸度

增加可能与其在呼吸过程中产生的酸性物质以及贮藏期间的水分和干物质损失有关。

综上所述,薄膜包装可延缓黄花菜的开花和腐烂,其中 P_4 处理效果最为显著;此外, P_4 薄膜包装可抑制果实的呼吸强度、叶绿素的降解以及 pH 值的下降,这可能与包装袋内的高浓度 CO_2 (10.2% ~ 11.7%) 和低浓度 O_2 (0.2% ~ 2.5%) 有关。 P_4 薄膜包装保鲜效果最佳,能够使黄花菜具备更佳的品质,在实际生产和商品流通中值得广泛借鉴和推广应用。

参考文献:

- [1] 杨大伟,湛奎,原松梅. 单一香辛料浸提液预处理黄花菜保质效果[J]. 食品科技,2012,37(10):39-42.
- [2] 傅茂润,茅林春. 黄花菜的保健功效及化学成分研究进展[J]. 食品与发酵工业,2006,32(10):108-112.
- [3] 张欣,李坤,马明,等. 黄花菜不同温度贮藏保鲜研究[J]. 食品与发酵工业,2006,32(4):150-152.
- [4] 龚吉军,谭兴和,夏延斌,等. 鲜黄花菜小袋包装气调保藏技术[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2003,29(1):57-60.
- [5] 范学钧,任考亮,李士豪,等. 黄花菜保鲜与干制试验初报[J]. 西北园艺,2000(6):13-14.
- [6] 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,2013,41(11):5032-5033.
- [7] 杨大伟,张海容. 中草药提取液保鲜黄花菜的效果[J]. 湖北民族学院学报:自然科学版,2010,28(4):380-382.
- [8] 龚吉军. 黄花菜贮藏保鲜研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2003.
- [9] Sothornvit R, Kiatchanapaibul P. Quality and shelf-life of washed fresh-cut asparagus in modified atmosphere packaging[J]. LWT - Food Science and Technology, 2009,42(9):1484-1490.
- [10] Pretel M T, Souty M, Romojaro F. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) [J]. European Food Research and Technology, 2000,211(3):191-198.
- [11] Mangaraj S, Goswami T K, Mahajan P V. Applications of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: a review[J]. Food Engineering Reviews, 2009,1(2):133-158.
- [12] Goulas A E, Kontominas M G. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on the shelf-life of refrigerated chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes[J]. European Food Research and Technology, 2007,224(5):545-553.
- [13] 王欣,王俊城,周春梅,等. 不同薄膜包装对白玉菇贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业,2009,35(12):182-186.
- [14] 胡花丽,李鹏霞,王毓宁. 不同薄膜包装对杏鲍菇采后衰老生理的影响[J]. 食品与发酵工业,2012,38(7):196-200.
- [15] NY 5186—2002 无公害食品 干制金针菜[S].
- [16] 高愿军,李建光,张娟,等. 鲜切苹果自发气调包装研究[J]. 中国农学通报,2007,23(9):166-170.
- [17] 李莹,任艳青,闫化学,等. 成熟度和贮藏温度对草莓贮藏期间果实品质的影响[J]. 食品工业科技,2013,34(4):335-340.
- [18] 李鹏霞,王贵禧,梁丽松,等. 高氧处理对冬枣货架期呼吸强度及品质变化的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(7):180-183.
- [19] Fargašová A. Inhibitive effect of organotin compounds on the chlorophyll content of the green freshwater alga *Scenedesmus quadricauda* [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 1996,57(1):99-106.

朱 月, 宋 义, 毕晓丹, 等. 杏鲍菇多糖提取方法的比较[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(2): 259–262.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.083

杏鲍菇多糖提取方法的比较

朱 月, 宋 义, 毕晓丹, 李永春

(赤峰学院生命科学学院, 内蒙古赤峰 024000)

摘要:以单因素试验、正交试验、验证性试验设计为基本研究方法, 以杏鲍菇多糖提取率为评价指标, 确定 2 种辅助方法提取杏鲍菇多糖的优组合条件及 2 种优组合的比较。结果表明, 微波辅助提取多糖的优组合是微波功率为 500 W, 浸提时间 6 min, 料液比 1 g: 30 mL, 浸提次数为 5 次, 多糖提取率为 3.64%。恒温水浴振荡辅助提取多糖的优组合是速度为 225 r/min, 浸提时间 100 min, 料液比 1 g: 30 mL, 浸提次数为 4 次, 浸提温度 65 ℃, 多糖提取率为 3.46%。结果微波辅助法优于水浴振荡辅助法, 2 者杏鲍菇多糖得率差异显著。

关键词:杏鲍菇多糖; 微波; 恒温水浴振荡; 提取; 比较研究

中图分类号: TS201.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)02-0259-04

杏鲍菇 [*PLEurothus eryngii* (DC. : Fr.) Quel], 别称刺芹侧耳, 属口蘑科侧耳属^[1]。现代药理学研究表明, 杏鲍菇中所含的多糖能增强机体免疫, 具有抗病毒、抗肿瘤、抗氧化、降低机体胆固醇含量、防止动脉硬化等作用^[2-3]。筛选杏鲍菇多糖提取的最佳方法, 提高多糖提取率, 对于杏鲍菇多糖的有效利用与开发, 提高其经济价值、保健价值和药用价值具有十分重要的意义。水浴振荡及微波辅助提取杏鲍菇多糖技术^[4-5]已有报道, 但关于 2 种辅助法提取杏鲍菇多糖的比较研究目前还未见报道。本试验通过对水浴振荡辅助法与微波辅助法提取杏鲍菇多糖技术的比较研究, 进一步优选杏鲍菇多糖提取技术, 提高杏鲍菇多糖的产率, 为杏鲍菇资源的开发和利用提供技术手段。

1 材料与方法

收稿日期: 2014-04-21

作者简介: 朱 月 (1958—), 女, 辽宁黑山人, 教授, 现从事生物化学教学和食用菌多糖研究。E-mail: cfzy212@126.com。

1.1 材料

1.1.1 材料与试剂 市售新鲜的杏鲍菇。浓硫酸、苯酚、无水乙醇、葡萄糖, 以上试剂均为分析纯。

1.1.2 仪器与设备 电热鼓风干燥箱 (CS101-AB 型); 分光光度计 (UV-9600); 恒温水浴振荡器 (国华 SHA-1); 试验专用微波炉 (NJL07-3 型); 电子天平 (PL203); 离心机 (DD-5M); 500~5 000 μL (Eppendorf Research) 移液枪等。

1.2 方法

1.2.1 材料预处理 将新鲜杏鲍菇用清水洗净沥干, 烘干粉碎, 过 100 目筛, 收集粉末干燥至恒质量, 备用。

1.2.2 葡萄糖标准曲线的制作 采用苯酚-硫酸法测定不同标准葡萄糖浓度下的吸光度, 以葡萄糖浓度为横坐标、吸光度为纵坐标, 采用 Excel 制作葡萄糖标准曲线^[6], 求出多糖含量的直线方程。

1.2.3 最适辅助条件的确定 设定浸提条件为试验的固定因素, 微波功率、水浴振荡速度为试验的可变因素, 以多糖提取率为评价指标, 通过单因素试验和统计学分析, 确定杏鲍菇粗多糖提取的最适微波功率和最适水浴振荡速度。

[20] Tudela J A, Marin A, Garrido Y, et al. Off-odour development in modified atmosphere packaged baby spinach is an unresolved problem[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2013, 75: 75–85.

[21] Mangaraj S, Goswami T K. Modeling of respiration rate of litchi fruit under aerobic conditions[J]. *Food and Bioprocess Technology*, 2011, 4(2): 272–281.

[22] Gorris L G M, Peppelenbos H W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products[J]. *HortTechnology*, 1992, 2(3): 303–309.

[23] 胡花丽, 李鹏霞, 王毓宁, 等. 薄膜包装限气贮藏在水果实上的保鲜效果[J]. *西北农业学报*, 2011, 20(3): 138–143.

[24] 马锋旺, 李嘉瑞, 吉爱梅. 若干果实因素对猕猴桃贮藏期间失重的影响[J]. *落叶果树*, 1994, 26(3): 13–14.

[25] 隋媛媛, 于海业, 张 蕾, 等. 温室黄瓜病虫害的叶绿素荧光光谱分析[J]. *光谱学与光谱分析*, 2012, 32(5): 1292–1295.

[26] 冯 伟, 王晓宇, 宋 晓, 等. 白粉病胁迫下小麦冠层叶绿素密

度的高光谱估测[J]. *农业工程学报*, 2013, 29(13): 114–123.

[27] 胡云峰, 陈君然, 肖 娟, 等. 臭氧处理对切分青椒贮藏品质的影响[J]. *农业工程学报*, 2012, 28(16): 259–263.

[28] 朱军伟, 谢 晶, 林永艳, 等. 贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J]. *食品与机械*, 2012, 28(4): 175–178.

[29] Kurca A, Yemiş O, Özkan M. Chlorophyll and colour changes in grapevine leaves preserved by passive modification[J]. *European Food Research and Technology*, 2006, 223(3): 387–393.

[30] Chung H S, Moon K D. Sprouting and quality control of fresh ginger rhizomes by modified atmosphere packaging with film perforation[J]. *Food Science and Biotechnology*, 2011, 20(3): 621–627.

[31] Villanueva M J, Tenorio M D, Sagardoy M, et al. Physical, chemical, histological and microbiological changes in fresh green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) stored in modified atmosphere packaging[J]. *Food Chemistry*, 2005, 91(4): 609–619.