

贮藏条件对鲜金针菇采后感官品质的影响

张红娟, 强 磊, 唐丽丽

(杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 研究贮藏温度、氧分压和保鲜剂对鲜金针菇感官品质的影响。选取贮藏温度(4℃、10℃和 25℃)、O₂ 分压(20%、50%和 80%)和保鲜剂(0.06 mol·L⁻¹ CaCl₂、0.20%的抗坏血酸及 5 μL·L⁻¹的 1-MCP)为正交 L₉(3⁴)中的因素, 研究贮藏条件对鲜金针菇感官品质的影响。贮藏温度对鲜金针菇感官品质影响差异极显著, 贮藏温度为 4℃, O₂ 体积分数为 80%和 5 μL·L⁻¹ 1-MCP 处理的贮藏条件下鲜金针菇贮藏效果最佳。试验最佳贮藏条件下, 可有效延长鲜金针菇贮藏期限。

关键词: 鲜金针菇; 贮藏; 正交试验; 感官品质

金针菇(*Flammulina velutipes*), 学名毛柄金钱菌, 又称冬菇、构菌、冬菇、朴菇、智力菇等, 隶属于担子菌纲、伞菌目、白蘑科、金钱菌属, 是我国广泛种植的食用菌之一。金针菇菌盖滑嫩、菌柄脆滑、味美适口, 具有较高的食用营养价值及广泛的药用价值^[1]。然而, 鲜金针菇菇体含水量高, 组织脆嫩, 采后呼吸旺盛, 随着贮藏时间的延长会出现菌盖开伞、萎缩, 菌柄伸长、纤维化、褐变、产生异味甚至自溶腐烂等现象, 严重影响了金针菇的商品价值, 不利于生产、加工、运输和销售, 所以对金针菇进行采后保鲜处理尤为重要^[2~5]。

目前, 食用菌保鲜方法主要有冷藏保鲜、低氧气调贮藏(MAP)、化学保鲜剂、辐射保鲜、臭氧(O₃)保鲜法等^[6~8]。以低 O₂ 高 CO₂ 为特征的气调贮藏 AMAP 法在食用菌贮藏中应用较多, 但这种方法存在一定的缺陷^[7~8], 在低氧环境中, 食用菌进行无氧酵解, 积累乙醛、乙醇等异味物质, 不仅对食用菌本身产生毒害, 影响风味, 而且会促进一些厌氧致病菌的生长繁殖, 影响食用安全。目前, 高氧气调包装(HOAP)保鲜技术是延长食品 and 食用菌贮藏期的另一个选择^[9~11]。

甲基环丙烯(1-methyleylepropene, 1-MCP)是一种与乙烯分子结构相似的高效果蔬保鲜剂, 具有稳定性高、使用浓度低、安全无毒等优点^[12, 13]。其通过阻断乙烯与受体的结合, 使得乙烯诱导的一系列生理反应无法完成, 有利于保持果蔬的贮藏品质, 从而延迟了衰老过程, 达到保鲜的目的。1-MCP 对呼吸跃变型及非呼吸跃变型的果蔬都具有一定的积极作用, 近年来的研究表明 1-MCP 对桃、梨、线椒等果蔬有显著的保鲜

效果^[14~16], 在食用菌贮藏保鲜中也有一定的应用, 但研究甚少^[17~19]。

试验采用 L₉(3⁴)正交试验设计方法, 研究不同贮藏温度, 不同氧气分压(配比)及保鲜剂对金针菇采后感官品质的影响, 通过统计分析得出鲜金针菇最佳贮藏条件, 为金针菇采后贮藏保鲜的实践应用提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料及设备

1.1.1 材料 ①金针菇。在栽培场地采收无病虫害, 无机械损伤, 菇体完整, 颜色为乳白色, 菌盖未脱落, 菌柄长度约 10 cm 的鲜金针菇。②食品保鲜袋 PE 聚乙烯塑料袋(规格为 20 cm×30 cm, 厚度约 0.5 mm)。③1-MCP(有效成分含量≥3.5%, 咸阳西秦生物科技有限公司); 抗坏血酸(AR, 广东翁江化学试剂有限公司); CaCl₂(AR, 天津市祥瑞鑫化工科技有限公司); 焦亚硫酸钠(AR, 天津市鼎盛鑫化工有限公司)。

1.1.2 设备 恒温恒湿培养箱(MJPS-250 型霉菌培养箱, 上海精宏实验设备有限公司); 电子天平(PL602E, 梅特勒-托利多仪器有限公司); 电动抽充气包装机(600 型, 上海翔一包装机械有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 样品预处理 将试验当天采摘金针菇, 去除根部带有的培养料及其他杂物, 集中于 4℃预冷 12 h, 备用。

1.2.2 单因素试验设计 将预处理后的金针菇装入 PE 聚乙烯保鲜袋中, 每袋 150 g, 按以下分

收稿日期: 2018-04-23 修回日期: 2018-05-28

基金项目: 陕西省农业攻关项目(2015NY039), 杨凌职业技术学院科学研究基金项目(A2015038)。

第一作者简介: 张红娟(1977-), 女, 陕西眉县人, 硕士, 副教授, 主要从事微生物及食用菌资源利用研究。

组进行处理。①贮藏温度对金针菇品质的影响。将已分装好的金针菇样品封口后分别置于空气相对湿度为 85%，温度为 0℃、4℃、10℃、15℃、25℃ 的恒温恒湿培养箱内，每种温度 5 袋。②不同氧分压对金针菇品质的影响。将已分装好的袋装金针菇样品，设置袋内 O₂ 分压为 0%、20%、50%、60%、80% 及 100%，其余气体用 N₂ 填充。每种 O₂ 体积分数 5 袋，封口包装后置于空气相对湿度为 85%，温度为 4℃±1℃ 的恒温恒湿培养箱内贮藏。③保鲜剂对金针菇品质的影响。将预处理后的金针菇样品，分别浸泡于保鲜剂分别浸泡于保鲜剂 1.5 g·kg⁻¹ 焦亚硫酸钠处理、0.06 mol·L⁻¹ CaCl₂ 处理、0.20% 的抗坏血酸处理 15 min 后冷风吹干备用；称取相对量的 1-MCP (1-

MCP 的最佳剂量为 5 μL·L⁻¹) 置于可密封的广口瓶中，按 1:50 的比例加入约 40℃ 的温水，然后立即拧紧瓶盖，充分摇匀，放入装有金针菇的密闭泡沫箱内后再打开瓶盖，10℃ 条件下密封处理 20 h 备用。将预经过上述处理后的金针菇装入 PE 聚乙烯保鲜袋中，每袋 150 g，每种保鲜剂 5 袋，置于空气相对湿度为 85%，温度为 4℃±1℃ 的恒温恒湿培养箱内贮藏。

1.2.3 感官评价 由 10 名经过培训人员对不同试验处理的金针菇样品，在不同贮藏时间下，每 5 d 对样品参照表 1 金针菇感官评价标准^[5,19~21]，根据金针菇色泽、气味、菌盖与菌柄形态和包装袋表面冷凝水等评分项目，进行共同进行打分，满分为 100 分，取其平均值，准确至小数点后两位。

表 1 金针菇感官评价标准

分值	包装袋表面 冷凝水(20分)	色泽 (20分)	风味 (20分)	菌盖形态 (20分)	菌柄形态 (20分)
16~20		乳白色,有光泽	正常,无气味	朵形完整,无开裂,无萎缩	菌柄无开裂、无伸长
11~15	无冷凝水	暗乳白色,较有光泽	略差	朵形较完整,无开裂,稍有萎缩	菌柄稍有开裂、无伸长
6~10	有部分水珠	呈黄色,尚有光泽	酸臭味	朵形不完整,明显萎缩,小部分开裂	菌柄近半开裂、明显伸长
0~5	大面积水珠	暗褐色,无光泽	气味刺鼻	朵形不完整,菌盖有脱落,严重萎缩,大部分开裂	菌柄大部分开裂、严重伸长

注:感官评定满分为 100 分。

1.3 数据处理

正交试验方差分析和样本均值间显著性差异的统计分析应用 Excel 完成。

1.4 试验设计

试验采用单因素试验设计方案,研究贮藏温度、贮藏环境 O₂ 分压及保鲜剂对鲜金针菇采后感官品质的影响及主要影响因素的水平,然后根据单因素试验的结果,利用正交试验优化鲜金针菇最佳贮藏保鲜条件。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 贮藏温度对金针菇感官品质的影响 不同贮藏温度对鲜金针菇感官品质的影响见图 1。随着贮藏时间的延长,各温度条件下的金针菇感官评分均呈下降趋势,当贮藏温度为 0℃ 时,随着贮藏时间延长感官评分下降趋势最为缓慢,与 4℃ 贮藏金针菇比较,菌盖萎缩开裂、菌柄开裂伸长软化的时间基本一致,但程度略轻;10℃ 贮藏的金针菇,第 5 天菌盖开始增大,贮藏第 10 天左右有 80% 萎缩开裂,失去商品价值;25℃ 及以上温度下贮藏的金针菇在采摘第二天部分金针菇菌柄及菌盖开始开裂软化,包装袋内产生水分,从第 3 天开始,有腐烂的异味出现,失去商品价值。根据

贮藏温度对金针菇感官品质影响的单因素试验结果,选择贮藏温度为 4℃、10℃ 和 25℃ 作为正交试验中贮藏温度的三个试验水平。

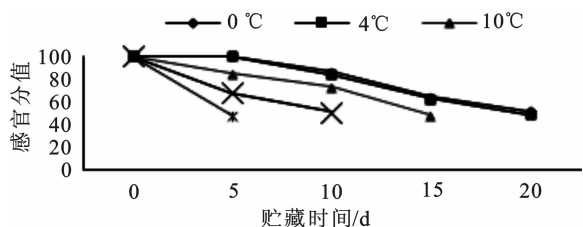


图 1 贮藏温度对金针菇感官品质的影响

2.1.2 O₂ 分压对金针菇感官品质的影响 图 2 显示,贮藏过程中金针菇感官品质逐渐下降,尤其在贮藏后期,品质下降速度较快。不含 O₂ 或 O₂ 分压为 20%~50% 的低氧分压组与 100% 的高氧分压组,金针菇贮藏至 25 d,菌盖和菌柄基部呈棕褐色,菌菇发粘,颜色加深;60%~80% 高氧分压贮藏条件下金针菇的感官评价分值较高,说明其贮藏保鲜效果较好。因此,选择 O₂ 分压为 20%、50% 和 80% 作为正交试验中 O₂ 体积分数的三个试验水平。

2.1.3 保鲜剂对金针菇感官品质的影响 由图 3 可知,不同保鲜剂处理的金针菇在贮藏过程中感官品质得分同样呈下降趋势,贮藏至第 20 天,

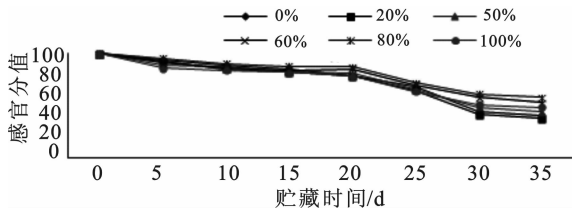


图2 O₂分压对金针菇感官品质的影响

各处理的金针菇菌盖和菌柄基部出现不同程度的菌菇发粘,颜色加深等现象,但仍然具有一定的商

品价值和品质;同时,从贮藏开始,1-MCP处理过的金针菇感官评分一直高于其它保鲜剂处理样品,说明1-MCP可有效抵制金针菇菌体生长、菌盖开伞、菌体发粘褐变等现象,能较好保持金针菇各项感官品质。综上所述,选择浓度为0.06 mol·L⁻¹CaCl₂、0.20%的抗坏血酸及5 μL·L⁻¹的1-MCP作为保鲜剂的三个试验水平。

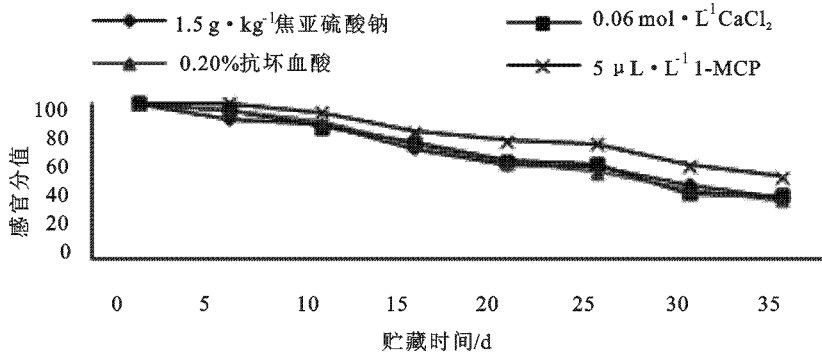


图3 保鲜剂对金针菇感官品质的影响

表2 L₉(3⁴)正交试验因子水平

水平	因素		
	(A)贮藏温度/°C	(B)O ₂ 分压/%	(C)保鲜剂
1	4	20	1-MCP(5μL·L ⁻¹)
2	10	50	CaCl ₂ (0.06 mol·L ⁻¹)
3	25	80	抗坏血酸(0.20%)

2.2 正交试验

根据单因素试验结果,确定贮藏温度、贮藏环境O₂体积分数分压及保鲜剂3个因素水平,按照L₉(3⁴)进行正交试验设计(见表2),每个处理3个重复。金针菇贮藏7d后进行感官评分,感官评分正交试验及方差分析结果见表3和表4。

表3 正交试验结果

试验号	(A)贮藏温度/°C	(B)O ₂ 分压/%	(C)保鲜剂	空列	感官评分
1	1	1	1	1	84.23
2	1	2	2	2	82.35
3	1	3	3	3	88.67
4	2	1	2	3	63.38
5	2	2	3	1	62.36
6	2	3	1	2	68.54
7	3	1	3	2	32.37
8	3	2	1	3	44.14
9	3	3	2	1	45.21
K ₁	255.25	179.98	196.91	191.8	
K ₂	194.28	188.85	190.94	183.26	
K ₃	121.72	202.42	183.4	196.19	
R	133.53	22.44	13.51	12.93	
最优参数	A ₁	B ₃	C ₁		
影响次序	A>B>C				
最优组合	A ₁ B ₃ C ₁				

注:K₁、K₂和K₃为均值,R为极差。

表 4 方差分析结果

变异来源	偏差平方和	自由度	均方	F 值	显著性
A	2 979.17	2	1 489.59	103.37	**
B	85.15	2	42.58	2.95	
C	30.56	2	15.28	1.06	
误差	28.82	2	14.41		

注: $F_{0.01}(2,2)=99$, $F_{0.05}(2,2)=19$, ** 表示差异性极显著, * 表示差异性显著。

从表 3 和表 4 可知,按极差大小,各因素对金针菇感官评分的影响顺序为 $A>B>C$,即贮藏温度 $>O_2$ 分压 $>$ 保鲜剂,其中,贮藏温度对鲜金针菇感官品质的影响极显著。由正交试验结果得出最佳试验组合为 $A_1B_3C_1$,即贮藏温度为 4°C , O_2 分压为 80% , $5\ \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理金针菇。由于最佳条件组合未在参试试验组合中,因此需要在此最佳工艺条件 $A_1B_3C_1$ 下进行验证试验。结果表明,鲜金针菇贮藏至 50 d 左右,虽有菇盖开裂、菌柄伸长和菌体颜色加深等现象,但无腐烂出现,仍有商品价值。

3 结论

通过单因素试验和正交试验,研究了贮藏温度、贮藏环境 O_2 分压及保鲜剂对鲜金针菇感官品质的影响,其中影响较为显著的因素是贮藏温度。鲜金针菇最佳贮藏条件为:贮藏温度为 4°C , O_2 分压为 80% 和 $5\ \mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ 1-MCP 处理。在此贮藏条件下,鲜金针菇贮藏至 50 d 左右,虽有菇盖开裂、菌柄伸长和菌体颜色加深等现象,但无腐烂出现,仍有商品价值。试验得出的最优贮藏条件可为鲜金针菇的贮藏保鲜进一步研究提供一些参考。

参 考 文 献:

[1] 朱兰宝,黄毅,胡国元,等. 金针菇生产全书[M]. 北京:中国农业出版社,2008.

[2] 高志清,刘晶芝,田莉瑛. 几种常用保鲜方法对金针菇保鲜效果的实验研究[J]. 河北师范大学学报, 2010, 34(02): 221-225.

[3] 陈蔚辉,刘伟玉,张福平. 套袋包装对采后金针菇贮藏性的影响[J]. 中国食用菌,2004,24(04): 57-58.

[4] 曾晓丹,贺红宇,刘培,等. 3种保鲜膜材料对金针菇常温保鲜效果的影响[J]. 西南农业学报,2017, 30(10): 2340-2344.

[5] 姚亚明,任月月,刘芮瑜,等. 1-MCP 处理结合纳米包装对金针菇贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 295-300.

[6] 陈慧斌,王梅英. 食用菌保鲜技术研究进展[J]. 宁德师专学报(自然科学版),2008,20(01): 14-17.

[7] 陈蔚辉,刘伟玉,张福平. 微气调袋包装对采后金针菇品质的影响[J]. 食用菌,2004(04): 57-58.

[8] OMS-OLIUG, RAYBAUDI-MASSILIARM. Effect

of superatmospheric and low oxygen modified atmospheres on shelf-life extension of fresh-cut melon [J]. Food Control, 2008(19):191-199.

[9] 王成涛,王昌涛,赵磊等. 不同氧分压条件下金针菇贮藏保鲜相关酶活性的研究[J]. 食品科学, 2011, 32(08): 300-304

[10] WICKLUND R A, PAULSON D, TUCKER E M. Effect of carbon monoxide and high oxygen modified atmosphere packaging and phosphate enhanced, case-ready pork chops[J]. Meat Science, 2006,74: 704-709.

[11] 王成涛,王昌涛,刘柳等. 不同氧分压对金针菇贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品科学,2010,31(18): 385-389.

[12] 陈志远,韩志平,张海霞等. 1-MCP 在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 黑龙江农业科学,2013(10): 104-106.

[13] 王波,潘永贵,赵宇等. 1-MCP 处理对苦瓜果实贮藏品质和采后生理的影响[J]. 食品工业科技, 2015,36(20): 348-353.

[14] 刘淑英,李桂霞,张冬梅等. 低温贮藏下不同 1-MCP 浓度对桃生理特性的影响[J]. 食品科技, 2016,41(02): 38-41.

[15] CHANG X, LU Y, PAN J et al. Effects of 1-MCP treatment on the shelf life of "Yueyinzaocui" pear[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2015(01):1355-1359.

[16] 潘冰燕,鲁晓翔,张鹏等. 1-MCP 处理对线椒常温贮藏品质和风味物质的影响[J]. 食品与发酵工业,2015,41(07): 231-237.

[17] 吴海霞,陈雷. 1-MCP 对平菇采后生理及贮藏品质的影响[J]. 江苏农业学报,2013,29(05): 1159-1165.

[18] 赵春燕,马芳菲,冯叙桥等. 1-MCP 处理对杏鲍菇采后生理和结构变化的影响[J]. 食品科学,2014, 35(06): 185-188.

[19] 姚亚明,任月月,刘芮瑜等. 1-MCP 处理结合纳米包装对金针菇贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2016,37(22): 295-300.

[20] 徐静,谷艳杰. 不同包装方式对金针菇冷藏保鲜效果的影响[J]. 山东农业工程学院学报,2016,33(12): 122-124.

[21] 王成涛,王友升,肖俊松等. 高 O_2 气调包装结合吸湿剂贮藏保鲜金针菇的条件优化及其效果研究[J]. 食品工业科技,2010,31(09): 310-313