

复方保鲜剂在平菇采后保鲜中的应用研究

付伟^{1,2}, 焦云红¹, 王更先¹, 吕鹏鹤¹, 陈洋¹

(1. 邯郸学院 生命科学与工程学院, 河北 邯郸 056005; 2. 邯郸学院 食用菌研究所, 河北 邯郸 056005)

摘要:为了提高平菇贮藏保鲜质量、延长货架期,在单一保鲜剂试验基础上,选取二氧化氯、乳酸钙、水杨酸为保鲜剂,在10℃的贮藏环境下对平菇进行了3因素3水平 $L_9(3^3)$ 正交实验处理,选择感官综合评分和失重率为观测指标,从中筛选出保鲜效果最好的复方保鲜剂。结果表明:最优处理组合为二氧化氯0.005%+乳酸钙0.5%+水杨酸0.025%。该复方保鲜剂能在10 d贮藏期内10℃冷藏下较好保持平菇外观品质,并可有效抑制总糖含量和可溶性蛋白含量的下降,还能延缓丙二醛(MDA)含量的上升,降低多酚氧化酶(PPO)活性。

关键词:平菇;复方保鲜剂;二氧化氯;乳酸钙;水杨酸

中图分类号:S 646 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)18-0151-04

平菇(*Pleurotus ostreatus*)是目前我国生产量最大的食用菌,其栽培量居世界第一位^[1]。随着健康饮食观念的不断深入,平菇以其高蛋白、低脂肪及药食兼用的特点,越来越受消费者的青睐,需求量逐年增加。平菇含水量高,营养丰富,采后成熟衰老快、易腐烂,保存性差,但其又多以鲜活形式上市,采后如果处理不当,经过2~3 d就开始腐烂变质,失去商品价值。因此,适宜的保鲜剂处理能避免其因生理活动和机械损伤导致的过早失水、组织结构老化及致病菌侵染等问题,且具有操作简便的特点^[2]。邹小明等^[3]研究表明,单一保鲜剂处理保鲜效果并不理想,采用复配方法发挥保鲜剂之间的互补效果,可以有效防止采后蘑菇过快衰老,延长其货架期;韩春然等^[4]将焦磷酸钠、氯化钠和过氧化氢用于香菇的保鲜,发现各保鲜剂混合使用的效果优于单独使用。

当前食品安全问题已引起人们的高度关注,因此开发安全、高效、经济的保鲜剂是保鲜剂领域研究的趋势。二氧化氯(ClO_2)是一种具有强氧化性、高效安全的新颖果蔬消毒保鲜剂,具有无毒、无味、无残留^[5]等特点;可杀灭腐败菌,并能有效减少乙烯、二氧化碳等促进果蔬后熟衰老物质的生成^[6];李梅等^[7]研究了二氧化氯对双孢蘑菇保鲜效果的影响,结果表明,0℃贮藏条件下,二氧化氯对双孢蘑菇具有较理想的保鲜效果,可有效保持双孢蘑菇的外观和营养品质。适当浓度的钙处理果蔬能

够维持其细胞膜结构的完整性,同时增强细胞清除活性氧自由基的能力,可延缓其衰老过程^[8-9]。乳酸钙作为一种可溶性的钙离子,用于食品保鲜不仅可起到补钙的效果还能避免其它钙盐类产品产生的苦味,作为食品保鲜剂已被应用到了西瓜^[10]、草莓^[11]、菠菜^[12]等果蔬中。水杨酸是一种广泛存在的植物内源性天然酚类化合物,能调节植物体内的活性氧代谢,诱导抗氧化酶活性增加,延缓采后果蔬成熟衰老^[13]。现以平菇为试材,在单一保鲜剂研究的基础上,采用正交实验设计研究不同浓度的二氧化氯、乳酸钙、水杨酸复方配方对平菇贮藏品质和保鲜效果的影响,以期得到一种既符合食品安全,又高效、易得、成本低廉的平菇复方剂,并为之提供数据和理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试平菇采自邯郸市临漳县蘑菇种植基地,采后立即运回实验室。挑选菇体完整、无病虫害和机械伤、大小基本一致的平菇进行试验。二氧化氯(含量8%粉剂)购于天津市张大科技有限公司;供试化学试剂均为分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 正交实验设计 在单一试剂测定保鲜效果的基础上,选定二氧化氯、乳酸钙、水杨酸3种保鲜效果较好的保鲜剂,采用正交实验设计。将不同质量浓度的二氧化氯、乳酸钙、水杨酸混合后制成9种不同配比的保鲜液(表1)。将供试平菇随机分为3组。保鲜液的涂敷工艺采用浸涂法,即将分好组的平菇放入相同体积的不同保鲜液中浸泡2 min,确保每个子实体表面的保鲜剂厚度大体相同。处理后的子实体放在通风处快速自然晾干,套上保鲜袋后扎紧封口,于10℃下贮藏。

第一作者简介:付伟(1978-),女,硕士,讲师,研究方向为植物生物技术。E-mail:fwximei@126.com

基金项目:河北省教育厅科学研究计划资助项目(Z2010111);邯郸市资源植物重点实验室资助项目(1018601186);邯郸学院硕博启动基金资助项目(2009009)。

收稿日期:2014-05-19

表1 复方保鲜剂保鲜 $L_9(3^3)$ 正交实验设计Table 1 Factors and levels in orthogonal array design $L_9(3^3)$

水平 Level	因素 Factor		
	A 二氧化氯 ClO ₂ /%	B 乳酸钙 Calcium lactate/ %	C 水杨酸 Salicylic acid/ %
1	0.0025	0.5	0.015
2	0.0050	1.5	0.025
3	0.0100	2.5	0.035

1.2.2 最优复方保鲜剂筛选 以平菇的感官评分和失重率作为保鲜指标,筛选最佳浓度配比。按照表2的感官描述,检验评分标准和对失重率进行评价,观察采后平菇保鲜效果,并与空白处理的平菇作对照。

表2 平菇感官描述检验评分标准

Table 2 Sensuality evaluation of officer describe inspection standard of *Pleurotus ostreatus*

项目 Item	4分	3分	2分	1分
色泽	青灰色	青褐色	黄褐色	黄色
粘性	菌盖光滑	稍发	粘度较大	有粘液出现
菌盖状态	基本平展、完整,无卷边,白色	欠平展、完整,有卷边,有少量斑块、白色	不平展、完整,中度褐变,有大量斑块、乳黄色	不平展、严重褐变,局部腐烂、乳黄色
菌褶状态	不破不倒,乳白色	少量破或倒,乳白色	少量破或倒,乳白色至乳黄色	菌褶大量破、倒,乳黄色
气味	有平菇特有的香味	平菇特有的香味变淡	有轻微异味	有强烈异味

1.2.3 最佳复方保鲜剂处理对平菇保鲜效果的影响 根据正交实验确定的最佳方案做验证实验,测定对照样品及经过最优复方保鲜剂处理后的样品在10℃贮藏下的各项品质和生理指标。

1.3 项目测定

用称量法测定失重率;参照李梅等^[7]的方法测定PPO活性;采用DNS法测定还原糖含量;采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量;采用考马斯亮蓝G250法^[14-15]测定可溶性蛋白质含量。

2 结果与分析

2.1 正交实验结果分析

由表3可知,二氧化氯浓度、乳酸钙浓度、水杨酸浓度对平菇贮藏期间品质影响的效应为二氧化氯(A)>乳酸钙(B)>水杨酸(C);单从贮藏期间综合品质这一指标考虑,复方涂膜的最佳配方为 $A_2B_1C_2$ 。同样,由表3可知,在贮藏期间对平菇失重率影响的效应为二氧化氯(A)>乳酸钙(B)>水杨酸(C),即在3个因素中,以二氧化氯的影响最大,其次为乳酸钙,水杨酸影响最小,因此最优复方涂膜配方为 $A_2B_1C_2$,即二氧化氯0.005%、乳酸钙0.5%、水杨酸0.025%。

2.2 优化复方保鲜剂对平菇PPO活性的影响

平菇容易褐变,褐变后影响其品质。多酚氧化酶是引起平菇褐变的主要原因之一^[16]。由图1可知,随着贮藏

时间的延长,对照和优化复方保鲜剂处理的平菇子实体PPO活性呈现先上升后下降的趋势,二者都在贮存4 d时达到了峰值,但优化复方保鲜剂处理的平菇PPO活性比对照显著降低了36.94%。在整个贮存期内,涂膜后的子实体PPO活性始终低于对照组。该复方涂膜剂可有效降低PPO活性,对延缓平菇子实体褐变速度起到了很好的效果。

表3 平菇复方保鲜 $L_9(3^3)$ 正交实验第10天结果

Table 3 The results of orthogonal experiment

 $L_9(3^3)$ of *Pleurotus ostreatus* fresh-keeping at the tenth day

实验号 No.	因素 Factor			感官质量得分 Sensory quality score/分	失重率 Weightlessness rate/ %
	A	B	C		
1	1(0.0025)	1	1	2.38	3.19
2	1	2	2	1.25	2.24
3	1	3	3	2.63	1.39
4	2(0.0050)	1	2	3.39	1.21
5	2	2	3	3.13	1.26
6	2	3	1	2.74	1.55
7	3(0.0100)	1	3	1.78	2.05
8	3	2	1	2.38	1.78
9	3	3	2	2.23	1.65
感官质量得分 Sensory quality score	K1	2.08	2.51	2.50	
	K2	3.08	2.24	2.29	
	K3	2.13	2.53	2.51	
	R	1.00	0.28	0.22	
失重率 Weightlessness ratio	K1	2.27	2.15	2.17	
	K2	1.34	1.76	1.70	
	K3	1.83	1.53	1.57	
	R	0.93	0.62	0.60	

注:对照组实验的感官评分为1.23,失重率为2.56%。

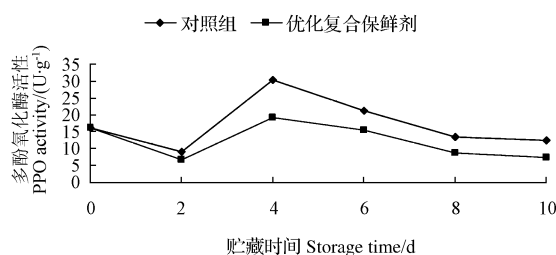


图1 优化复方保鲜剂对平菇PPO活性的影响

Fig. 1 Effect of compound membrane with different proportions on the PPO activity of *Pleurotus ostreatus*

2.3 优化复方保鲜剂对丙二醛(MDA)含量的影响

丙二醛可以使细胞膜蛋白发生聚合,降低细胞膜流动性,从而使细胞膜系统受损,加速平菇的老化,其数值可以反映平菇细胞衰老程度^[17]。由图2可知,2 d内MDA含量呈下降趋势,之后逐渐上升,在整个贮存过程中优化复方保鲜剂处理的平菇细胞内丙二醛的增长幅度始终低于对照组。在第10天时对照组的丙二醛含量为5.34 $\mu\text{mol/kg}$,比处理4.02 $\mu\text{mol/kg}$ 提高了32.83%。该结果说明复方保鲜剂处理能减轻平菇细胞膜过氧化的程度,延缓平菇衰老速度,提高平菇贮藏品质。

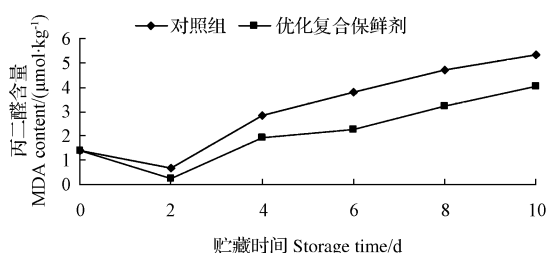


图2 优化复方保鲜剂对平菇 MDA 含量的影响

Fig. 2 Effect of compound membrane with different proportions on the MDA content of *Pleurotus ostreatus*

2.4 优化复方保鲜剂对可溶性蛋白质含量的影响

采后平菇组织内蛋白水解酶依然活跃,蛋白质在蛋白水解酶的作用下被分解,从而使子实体的营养和风味发生改变,发生衰老。从图3可以看出,在整个贮藏期间平菇的可溶性蛋白质含量呈下降状态,但是对照的蛋白质含量一直低于处理组。10 d时对照可溶性蛋白质质量为23.22 mg/g,与贮藏当天相比下降了48.6%,而处理的可溶性蛋白质质量为32.63 mg/g,与贮藏当日相比仅下降了26.4%。以上说明优化复方保鲜剂能明显降低平菇子实体蛋白的分解速率。

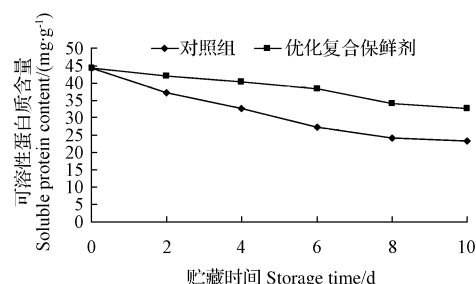


图3 优化复方保鲜剂对平菇可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 3 Effect of compound membrane with different proportions on the soluble protein content of *Pleurotus ostreatus*

2.5 优化复方保鲜剂对还原糖含量的影响

从图4可以看出,随着贮藏时间的增加,2个处理组

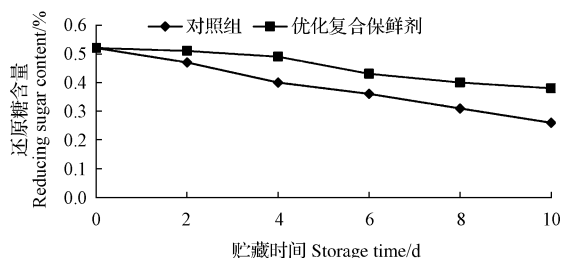


图4 优化复方保鲜剂对平菇还原糖含量的影响

Fig. 4 Effect of compound membrane with different proportions on the reducing sugar content of *Pleurotus ostreatus*

的平菇还原糖含量均呈逐渐下降的趋势。还原糖作为平菇采后的主要呼吸底物,会随贮藏时间延长而逐渐下降。但是优化复方保鲜剂处理的平菇还原糖含量下降速率要小于对照,10 d时为对照的146.2%,可有效抑制平菇还原糖的降解过程,延缓平菇品质的下降时间。

3 讨论与结论

平菇保鲜是一项综合技术,单一的保鲜剂处理通常存在一定的缺陷。此复方保鲜剂依据栅栏技术的原理,从阻止微生物侵染、增强细胞膜完整性、抑制细胞活性氧代谢等多方面出发进行设计,发挥了保鲜剂之间相辅相成的作用,有效阻止了平菇的劣变。

该研究表明,由二氧化氯、乳酸钙和水杨酸配制而成的复方保鲜剂可显著降低平菇的失重率、较长时间维持其外观品质不发生变化,有效抑制PPO活性,减少MDA生成,延缓采后平菇总糖和可溶性蛋白质的下降速率,具有明显的保鲜效果。复方保鲜剂的最佳配比为:二氧化氯0.005%、乳酸钙0.5%、水杨酸0.025%。此复方保鲜剂处理的平菇在10℃的条件下贮藏,10 d时仍能较好保持其外观品质,显著延长了其贮藏寿命。

二氧化氯、乳酸钙和水杨酸三者使用成本较低,用量少,且均不影响处理平菇的风味和外观品质,同时符合人们对食品安全的要求,是一项值得推广的保鲜技术。

参考文献

- [1] 刘德云,徐珍.平菇金针菇安全生产技术指南[M].北京:中国农业出版社,2013.
- [2] 李广京.水果保鲜剂的研究进展[J].广东农业科学,2011(7):110-112.
- [3] 邹小明,刘艳梅,王能强,等.复合保鲜剂对香菇保鲜效果的试验[J].农业机械学报,2007,38(7):209,185.
- [4] 韩春然,闫宝军,李强.化学法保鲜香菇的研究[J].食品工业科技,2012,33(24):382-384.
- [5] 李江阔,张鹏,张平.二氧化氯在水果保鲜中的应用研究进展[J].食品工业科技,2011,32(9):439-442.
- [6] 田红炎,饶景萍.二氧化氯处理对机械损伤猕猴桃果实的防腐保鲜效果[J].食品科学,2012,33(18):298-302.
- [7] 李梅,田世龙,颜敏华.二氧化氯浸泡对双孢蘑菇褐变的抑制效应及其机理分析[J].西北植物学报,2012,32(8):1621-1625.
- [8] Hernández-umñoz P, Almenar E, Valle V D, et al. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry quality during refrigerated storage[J]. Food Chemistry, 2008, 110(2): 428-435.
- [9] Aguayo E, Escalona V H, Artés F. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut Amarillo melon[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(3): 397-406.
- [10] 张超,焦艳,赵晓燕,等.鲜切西瓜复合保鲜剂的优化[J].食品科技,2012,37(4):18-22.
- [11] Rico D, Martín-Diana A B, Barat J M, et al. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2007, 18(7): 373-386.
- [12] 金文斌,董娟娟,岳溪.乳酸钙处理对鲜切菠菜生理生化的影响[J].食品工业科技,2013,34(19):303-307.

马铃薯秸秆栽培平菇培养基配方筛选研究

李艳芳¹, 王相刚^{1,2}, 史春歌¹, 尹晓宇¹, 刘志刚¹

(1. 绥化学院 食用菌研究所, 黑龙江 绥化 152061; 2. 敦化明星特产科技开发有限责任公司, 吉林 敦化 133704)

摘要:以马铃薯秸秆为主要栽培原料, 经处理后进行熟料栽培平菇, 研究了 5 种培养基配方对平菇产量的影响。结果表明: 不同培养基配方的平菇菌丝体均有良好长势, 生物学效率有差异; 综合分析比较, 配方②(马铃薯秸秆 80%、稻草 17%、石膏 1%、石灰 2%)栽培平菇, 可正常出菇 4 潮, 商品性状好, 生物学效率超过 120%, 污染率低, 综合经济效益好。

关键词:平菇; 马铃薯秸秆; 培养基配方; 熟料栽培

中图分类号:S 646 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2014)18-0154-03

平菇是我国分布最广、栽培量最大的食用菌品种, 其肉质鲜美、营养丰富, 富含人体必需的 8 种氨基酸。随着人们对菌类食品营养保健作用认识的加深, 平菇已

成为餐桌上必备的营养美食。平菇菌丝生活力强, 抗逆性强, 生长发育快, 生育周期短, 可利用农副产品下脚料生产^[1]。

我国是马铃薯种植大国, 而黑龙江省又是马铃薯主产区, 种植面积约 40 万 hm²^[2]。但马铃薯秸秆的利用却鲜有报道, 主要是由于其不易捆扎运输且无法像玉米、大豆、水稻秸秆那样可作为家畜饲料, 因此大多被丢弃或就地焚烧。马铃薯秸秆含有丰富的木质纤维素, 适合作为平菇的培养基质。现以马铃薯秸秆为主要培养基原料, 研究了 5 种培养基配方对平菇产量的影响, 以期

第一作者简介:李艳芳(1975-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向为食用菌栽培技术。E-mail: lyhpl_cn@163.com.

责任作者:王相刚(1972-), 男, 研究员, 研究方向为食用菌栽培及育种和液体深层发酵。

基金项目:绥化学院科学技术研究重点资助项目(K1301002); 黑龙江省教育厅“以奖代补”资助项目(1252YJDB03)。

收稿日期:2014-05-19

[13] 徐聪. 水杨酸对果蔬采后贮藏保鲜和系统获得性抗性的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(9): 307-303.

[14] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 59-154.

[15] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社,

2003.

[16] 肖功年, 尤玉如, 袁海娜, 等. 气调包装对平菇贮藏内在品质的影响[J]. 中国食品学报, 2007, 7(2): 98-103.

[17] 吴宁, 金城, 黄菊, 等. 葡萄籽提取物对香菇保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(8): 299-302.

Application of Composite Antistaling Agents Treatment on Preservation of Postharvested *Pleurotus ostreatus*

FU Wei^{1,2}, JIAO Yun-hong¹, WANG Geng-xian¹, LYU Peng-he¹, CHEN Yang¹

(1. School of Life Science and Engineering, Handan College, Handan, Hebei 056005; 2. Institute of Edible Fungi, Handan College, Handan, Hebei 056005)

Abstract: In order to improve the shelf-life period and the freshness quality of *Pleurotus ostreatus*, ClO₂, calcium lactate and salicylic acid (SA) were selected as preservatives based on study of single preservative for L₉ (3³) orthogonal experiment in the preservation of *Pleurotus ostreatus* under the storage environment of 10°C, and the weight loss and sensory scores were examined in order to select the most effective composite preservative. The results showed that at 10°C, the concentration of preservative agents 0.005% ClO₂ + 0.5% calcium lactate + 0.025% SA was the best. During the storage period of 10 days, this treatment was effective in maintenance good quality and could postpone the decreasing of reducing sugar, soluble protein and the increasing of MDA, with activities of PPO inhibited.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*; composite preservative; ClO₂; calcium lactate; salicylic acid (SA)