

气调与精油等包装技术联合应用对双孢菇品质的影响

潘艳娟, 王建清, 王猛

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 将天然植物精油、吸湿剂和气调包装技术联合应用于双孢菇的贮藏保鲜。**方法** 联合组为在常温下将双孢菇PE包装袋内充入O₂(体积分数为40%)+N₂(体积分数为60%)、添加10 μL抑菌剂(大蒜精油和肉桂精油的体积比为1:2)和2 g吸湿剂(丙烯酸与丙烯酰胺共聚), 分别设裸露空气放置和单独PE薄膜包装为对照1组、对照2组, 定期测试双孢菇的感官评价、乙醇含量、失重率、褐变度、总酚含量和还原糖含量等指标。**结果** 联合组中双孢菇感官品质得到了良好改善, 减缓了褐变, 降低了失重率, 抑制了总酚和还原糖含量的下降, 并将裸露放置保存1 d的双孢菇保鲜期延长至8 d。**结论** 抑菌剂、吸湿剂及气调包装技术的联合应用有利于改善双孢菇贮藏品质, 明显延长其货架寿命。

关键词: 双孢菇; 抑菌剂; 吸湿剂; 气调包装

中图分类号: TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)09-0033-05

Impact of the Application of MAP Combined with Essential Oil and other Packaging Technology on the Quality of Agaricus Bisporus

PAN Yan-juan, WANG Jian-qing, WANG Meng

(Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The natural plant essential oil, hygroscopic agent and modified atmosphere packaging technology were applied together in the preservation of Agaricus bisporus. At ambient temperature, 3 test groups were set as follows: in the combined application group, the PE bags were filled with O₂(40%)+N₂(60%), enclosed with 10 μL antibacterial agent (garlic essential oil : cinnamon oil = 1:2) and 2 g hygroscopic agent (acrylic acid and acrylamide copolymer); in control group 1, Agaricus bisporus was preserved in the open air; in control group 2, Agaricus bisporus was preserved in the PE bags without any other packaging technology. Quality indexes of Agaricus bisporus such as sensory quality, weight loss ratio, browning degree, total phenol content and reducing sugar content were regularly tested. The application of combined packaging technology effectively improved the preservation quality of Agaricus bisporus by slowing down browning, reducing loss ratio, and inhibiting the decrease of total phenolics and reducing sugar content. The shelf life of Agaricus bisporus after 1 day exposure in the open air was extended to 8 days. In conclusion, the combined application of antibacterial agent, hygroscopic agent and modified atmosphere packaging technology was beneficial to improving the preservation quality of Agaricus bisporus, and significantly prolonged its shelf life.

KEY WORDS: Agaricus bisporus; antibacterial agent; hygroscopic agent; modified atmosphere packaging

双孢菇又名白蘑菇、洋蘑菇, 是世界上栽培最广、产量最多、消费最普遍的一种食用菌^[1]。双孢菇采后呼吸速率高且含水量多, 菌盖表面组织细嫩无明显保

护组织, 易导致菇体受到物理损伤、微生物侵染及失水等, 引起菌盖开伞、菌柄伸长、失水萎蔫、褐变、腐烂等品质劣变, 常温下贮存1~2 d, 双孢菇即失去商品价

收稿日期: 2014-12-30

基金项目: 国家“十二五”科技计划支撑项目(2011CQAD24CQ01)

作者简介: 潘艳娟(1987—), 女, 河北人, 天津科技大学硕士生, 主攻包装材料与包装技术。

通讯作者: 王建清(1953—), 男, 湖南人, 天津科技大学教授、博士生导师, 主要研究方向为包装材料与包装技术。

值^[2]。

采后的食用菌大多采用塑料薄膜包装,易导致大量的水分聚集在包装内而使内环境湿度增加,加速病原微生物繁殖生长。双孢菇的主要致腐菌为假单胞菌、黄杆菌及酵母菌等一系列微生物,侵染后易引起菇体表面黑褐色蚀斑,严重影响双孢菇销售价值^[3-4],因此如何减少水分在包装袋内凝集和控制微生物生长,成为双孢菇保质保鲜的关键。

国内外双孢菇保鲜技术方法众多,如低温、气调、辐照、化学^[17]、臭氧保鲜等,均有一定的保鲜效果,但是存在设备成本高、操作繁琐或有害物质残留等问题,在实际应用中受到诸多限制。近年来,天然植物精油以其安全无毒、易降解等优点逐步应用于果蔬的采后贮藏,能有效抑制果蔬病原微生物的生长,改善果蔬采后贮藏品质,并延长其保鲜期。由于食用菌薄膜包装内湿度过高,吸湿剂正逐步应用于双孢菇实验研究,以降低贮藏环境湿度。该研究利用天然植物精油抑菌性好、安全无毒的特点^[5],结合高氧气调包装并添加适量吸湿剂^[6],联合应用在双孢菇保鲜贮存上,以延长双孢菇保鲜期。

1 实验

1.1 材料与设备

实验材料:新鲜双孢菇,购自天津市何庄子菜市场(产地当天采摘后浅盘单层常温储运);聚乙烯薄膜(50 μm),天津市三禧印刷包装材料有限公司;大蒜精油,水蒸馏提取;肉桂精油,广州日化化工有限公司;高分子吸水树脂(丙烯酸与丙烯酰胺共聚),凯姆勒化学技术(北京)有限公司。

实验仪器设备:MAP-500气调包装机,上海炬钢机械制造有限公司;HY34电子天平,奥豪斯仪器有限公司;HWS12电热恒温水浴锅,上海一恒科学仪器有限公司;Checkmate9900 O₂/CO₂检测仪,丹表拔萃公司;H1650高速离心机,长沙湘仪离心机仪器有限公司;SP-752紫外可见分光光度仪,上海光谱仪器有限公司;GC-2010气相色谱仪,日本岛津仪器公司。

1.2 方法

1.2.1 处理方法

将(105±5) g双孢菇置于塑料托盘中,用聚乙烯包装袋包装,并将装有2 g吸水树脂的吸湿小包和吸

附10 μL精油(大蒜精油与肉桂精油的体积比为1:2)^[16]滤纸片分别置于包装袋内^[15],通过MAP-500气调包装机向袋内充入O₂(体积分数为40%)+N₂(体积分数为60%)气体^[7],密封包装,以下简称联合组;同设暴露于空气放置双孢菇为对照1组,单独PE薄膜包装双孢菇为对照2组,将3组双孢菇同置于温度为20℃、相对湿度为28%的环境下贮藏。

1.2.2 指标测定

1) 感官评价(见表1)。由5名评价人员通过打分制进行评价。

2) 感官综合评价。参考王萍的综合评价模型^[9],根据各个评价人员的评分,通过秩加权平均原则计算样品的分值,若分值低于7.5分,则为不接受,双孢菇失去商品流通价值。

3) 乙醇含量。采用气相色谱法测定^[10]。

4) 失重率采用称量法。

5) 褐变度。取2 g双孢菇,加入10 mL 0.2 mol/L的磷酸缓冲液(pH值6.8)冰浴匀浆,以蒸馏水转入50 mL容量瓶中,过滤,取样液于410 nm下测其吸光度值^[11]。

6) 总酚含量。采用福林酚测定法。

7) 还原糖含量。采用DNS比色法。

所有实验数据重复测试3次,取平均值,并标明偏差。

表1 双孢菇的感官评价标准^[9]
Tab.1 Sensory evaluation standard of Agaricus bisporus

级别	评分	色泽	开伞	质地	异味
1	8~10	洁白	无开伞	水分饱满有弹性	无
2	6~8	较白,极轻微变化	轻微开伞	稍失弹性	稍有异味
3	4~6	稍褐变	开伞	变软	明显异味
4	<4	褐变严重	开伞严重	严重软烂或萎蔫	异味严重

2 结果与分析

贮存和物流过程中使用单一技术进行双孢菇保鲜往往不能达到理想的效果。在前期研究中发现如果选用合适的包装材料,并联合应用气调、抑菌、吸湿剂等技术,能明显改善双孢菇的各项品质指标。

2.1 包装技术联用对双孢菇感官评价的影响

色泽变化是双孢菇品质下降最直观的因素,见

图 1a, 裸露于空气中的对照 1 组色泽变化迅速, PE 薄膜可在一定程度上抑制双孢菇色泽的改变, 联合组则明显减少双孢菇的表皮褐变, 色泽保持较为良好。开伞情况见 1b, 对照 1 组开伞快, 对照 2 组中薄膜包装减缓了双孢菇开伞, 联合组表现最佳, 明显抑制了双孢菇开伞。由图 1c 可知, 联合组可明显抑制双孢菇质地的下降。图 1d 表明, 对照 1 组中双孢菇

迅速失去自身清香味, 但无异味产生, 而 PE 薄膜包装中双孢菇易产生异味, 联合组较对照 2 组更有利于减少袋内异味的产生。通过图 1e 综合评价可以看出, 对照 1 组中双孢菇品质下降迅速, 第 2 天即失去食用价值, 对照 2 组略好, 联合组效果最佳, 可将双孢菇保鲜期延长至 8 d。

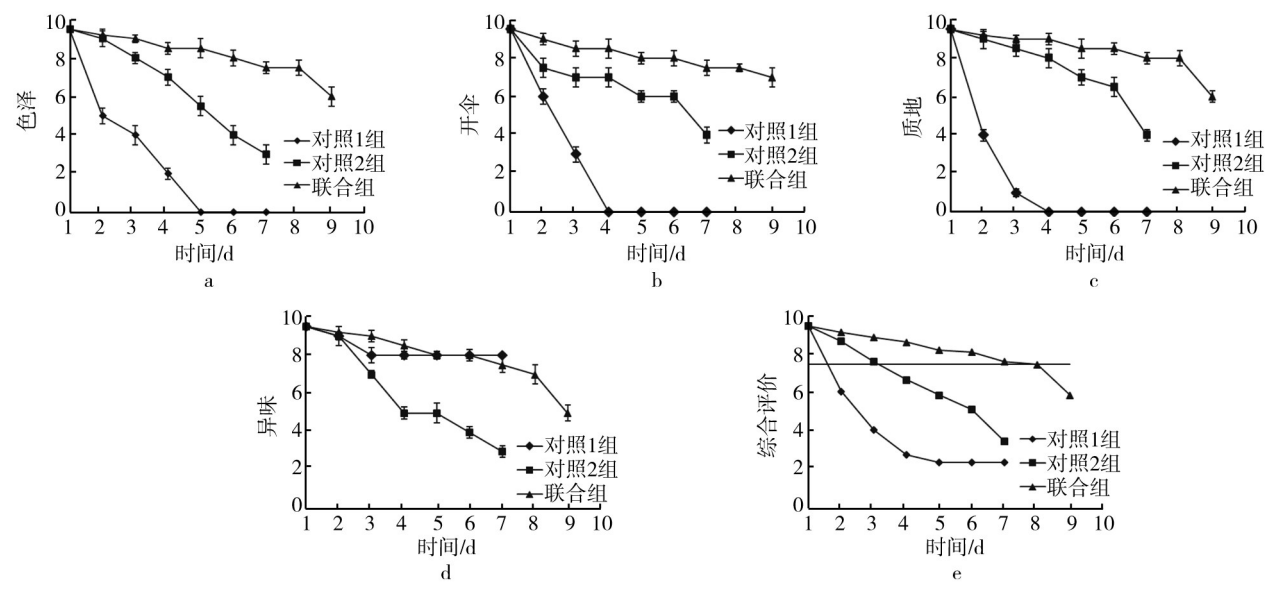


图 1 包装技术联用对双孢菇感官评价的影响

Fig.1 The influence of combined packaging technology on the sensory evaluation of Agaricus bisporus

2.2 包装技术联用对包装内乙醇含量的影响

双孢菇采后呼吸代谢旺盛, 当贮存环境中 O_2 不足时, 机体进行无氧呼吸, 会产生乙醇等有害物质, 对菇体产生危害, 并影响其风味, 降低了双孢菇的商品价值^[13]。通过气相色谱仪 (GC) 对包装袋内无氧呼吸代表气体乙醇进行检测, 结果见图 2。对照 2 组中在第 3 天即检测出较高浓度的乙醇, 随后其含量逐渐增高, 而联合组中在贮藏第 6 天才有少量乙醇产生, 说明包装技术联合应用有效抑制了菇体细胞的无氧呼吸。

2.3 包装技术联用对双孢菇失重率的影响

失重是双孢菇采后贮藏过程中极易出现的问题, 而菇体失重主要表现在呼吸作用消耗和蒸腾作用引起水分含量散失等两方面, 失重增加往往伴随着菇体的萎蔫、腐烂等现象的产生。

包装技术联用对双孢菇失重率的影响见图 3。对照 1 组中双孢菇失重严重, 第 2 天即达到 34.7%, 严重失水会导致蘑菇表面出现明显萎蔫。整个贮存过程中, 对照 2 组双孢菇的失重不明显, 而联合组由于吸湿

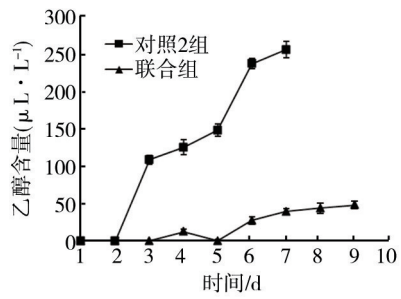


图 2 包装技术联用对双孢菇袋内乙醇含量的影响

Fig.2 The influence of combined packaging technology on the ethanol content in the bag containing Agaricus bisporus

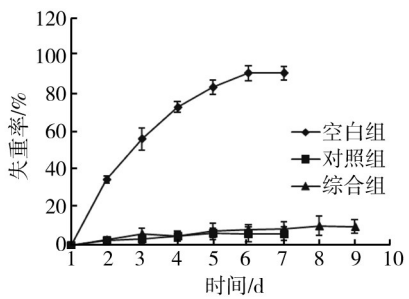


图 3 包装技术联用对双孢菇失重率的影响

Fig.3 The influence of combined packaging technology on the weight loss ratio of Agaricus bisporus

剂的添加在贮存后期使双孢菇失重略高于对照组,但对双孢菇品质影响微小。

2.4 包装技术联用对双孢菇褐变度的影响

双孢菇采收后,组织仍进行活跃的代谢活动。双孢菇后熟过程中组织细胞逐渐衰老,部分组织细胞破裂,使细胞液中的多酚类物质释放出来,与 O_2 接触后而被氧化成醌类物质,进而氧化聚合成黑色物质,从而引起组织褐变^[4]。包装技术联用对双孢菇褐变度的影响见图4。对照1组由于第2天失水过多,从而失去检测价值。贮藏过程中,与对照2组相比,联合组中双孢菇褐变缓慢,联合包装技术的运用有效抑制了双孢菇的组织褐变。

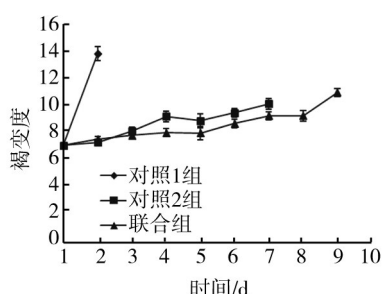


图4 包装技术联用对双孢菇褐变度的影响

Fig.4 The influence of combined packaging technology on the browning degree of *Agaricus bisporus*

2.5 包装技术联用对双孢菇总酚含量的影响

总酚含量变化直接关系着双孢菇酶促褐变情况,见图5。对照1组中双孢菇由于严重失水,等质量组织内总酚含量呈上升趋势。对照2组中,总酚含量整体呈下降趋势,贮存后期总酚含量下降迅速。贮藏前7 d,包装技术的联合运用有效抑制了双孢菇内总酚含量的下降,随后总酚含量迅速下降,加速了双孢菇的褐变,在第9天时失去食用价值。

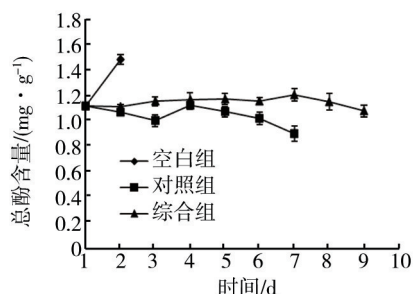


图5 包装技术联用对双孢菇总酚含量的影响

Fig.5 The influence of combined packaging technology on the total phenols content of *Agaricus bisporus*

2.6 包装技术联用对双孢菇还原糖含量的影响

还原糖是呼吸基质,其含量的变化大小也反映了生理生化的代谢强弱及采后腐烂程度。羰氨褐变是非酶褐变的重要途径,还原糖作为羰氨反应的直接反应物,其含量的变化可能对褐变有影响。从图6中可以看出,趋势同理总酚含量,对照1组中还原糖含量上升。其他2组包装中还原糖含量均逐渐下降,包装技术的联合应用在一定程度上抑制了蘑菇中还原糖含量的下降,减少了菇体的非酶促褐变及腐烂等情况。

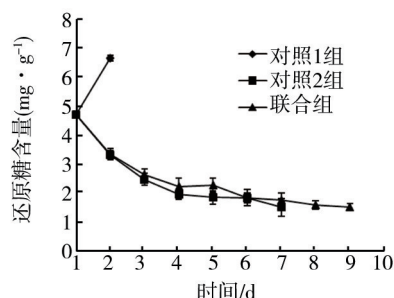


图6 包装技术联用对双孢菇还原糖含量的影响

Fig.6 The influence of combined packaging technology on the reducing sugar content of *Agaricus bisporus*

3 结语

高氧气调结合天然植物精油、吸湿剂等包装技术联合应用于双孢菇保鲜包装,能有效地抑制双孢菇致病菌侵害,避免了包装袋内水分过度积累,减少了菇体细胞的无氧呼吸,减缓了双孢菇色泽变化、开伞及质地下降。双孢菇感官综合评价结果表明,双孢菇保鲜期由裸露放置仅保存1 d延长至8 d。同时与对照组比较,保鲜包装技术的联合应用还可减少双孢菇包装袋内异味的产生,减缓双孢菇褐变及总酚和还原糖含量的下降,从褐变度及相关指标研究分析证明,双孢菇保质期能达9 d。

参考文献:

- [1] 孟德梅,申琳. 双孢菇采后感官品质变化的因素分析与保鲜技术研究进展[J]. 食品科学, 2010, 31(15): 283—287.
MENG De-mei, SHEN Lin. Research Progress in Analysis of Factors Affecting Sensory Quality and Preservation Techniques for Post-harvested *Agaricus bisporus*[J]. Food Science, 2010, 31(15): 283—287.
- [2] 王相友,闫聪聪,刘战丽. 可食性涂膜对双孢蘑菇生理和品

- 质的影响[J]. 农业机械学报, 2012, 43(1): 141—145.
- WANG Xiang-you, YAN Cong-cong, LIU Zhan-li. Effect of Edible Coatings on Physiology and Quality of Mushrooms (*Agaricus bisporus*) [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(1): 141—145.
- [3] 张瑞颖, 胡丹丹, 左雪梅, 等. 平菇和双孢蘑菇细菌性褐斑病研究进展[J]. 植物保护学报, 2007, 34(5): 549—554.
- ZHANG Rui-ying, HU Dan-dan, ZUO Xue-mei, et al. Research Advancement on Brown Blotch Disease of Oyster Mushroom and Button Mushroom [J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2007, 34(5): 549—554.
- [4] SOLER-RIVAS C, ARPIN N, OLIVIER J M, et al. The Effects of Tolaasin, the Toxin Produced by *Pseudomonas tolaasii* on Tyrosinase Activities and the Induction of Browning in *Agaricus Bisporus* Fruiting Bodies [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 1999, 55: 21—28.
- [5] GAO Meng-sha, FENG Li-fang, JIANG Tian-jia. Browning Inhibition and Quality Preservation of Button Mushroom (*Agaricus Bisporus*) by Essential Oils Fumigation Treatment [J]. Food Chemistry, 2014, 149(15): 107—113.
- [6] 赵东方, 魏丹, 周晓庆, 等. 复合吸湿剂对高氧气调包装香菇品质的影响[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 14—19.
- ZHAO Dong-fang, WEI Dan, ZHOU Xiao-qing, et al. Effect of Mixed Moisture Absorbers on Quality of Stored Mushrooms in High Oxygen Modified Atmosphere [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 14—19.
- [7] 赵春霞, 李大虎, 程玉娇, 等. 高氧气调包装对双孢蘑菇品质的影响[J]. 包装工程, 2014, 35(15): 5—10.
- ZHAO Chun-xia, LI Da-hu, CHENG Yu-jiao, et al. Effects of Modified Atmosphere Packaging with O_2 on the Qualities of *Agaricus Bisporus* [J]. Packaging Engineering, 2014, 35(15): 5—10.
- [8] VILLAESCUSA R, GIL M I. Quality Improvement of Pleurotus Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28: 169—179.
- [9] 王萍. 易腐烂果蔬物流气调包装中若干关键技术的研究 [D]. 无锡: 江南大学, 2009.
- WANG Ping. Research on Several Key Technologies of Modified Atmosphere Packaging for Perishable Fruits and Vegetables [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2009.
- [10] LI Yan-jie, ISHIKAWA Y, SATAKE T, et al. Effect of Active Modified Atmosphere Packaging with Different Initial Gas Compositions on Nutritional Compounds of Shiitake Mushrooms (*Lentinus Edodes*) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 92: 107—113.
- [11] 朱继英, 王相友, 许英超. 贮藏温度对双孢蘑菇采后生理和品质的影响[J]. 农业机械学报, 2005, 36(11): 98—100.
- ZHU Ji-ying, WANG Xiang-you, XU Ying-chao. Effects of Storage Temperature on the Postharvest Physiology and Quality of *Agaricus Bisporus* [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(11): 98—100.
- [12] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素C [J]. 食品科学, 2000, 21(8): 42—45.
- LI Jun. Molybdenum Blue Colorimetric Method to Detect Ascorbic Acid [J]. Food Science, 2000, 21(8): 42—45.
- [13] OLIVEIRA F, SOUSA-GALLAGHER M J, MAHAJAN P V, et al. Evaluation of MAP Engineering Design Parameters on Quality of Fresh-sliced Mushrooms [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 108: 507—514.
- [14] 车东, 卢立新. 高氧气调对鲜切莲藕包装质量的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 87—89.
- CHE Dong, LU Li-xin. Effect of High Oxygen Modified Atmosphere on Quality of Fresh-cut Lotus Roots [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 87—89.
- [15] 杜传来, 郁志芳, 韩玲玲. 气调保鲜包装对双孢菇贮藏效果的影响[J]. 包装工程, 2010, 31(23): 17—21.
- DU Chuan-lai, YU Zhi-fang, HAN Ling-ling. Effect of Fresh-keeping Modified Atmosphere Packaging on Storage Effect of *Agaricus Bisporus* [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(23): 17—21.
- [16] MAGDALENA W, KARIM B, CRISTINA N. A Novel Active Packaging for Extending the Shelf-life of Fresh Mushrooms (*Agaricus Bisporus*) [J]. Food Control, 2015, 54: 200—207.
- [17] HU Yong-hua, CHEN Chi-min, XU Lian, et al. Postharvest Application of 4-methoxy Cinnamic Acid for Extending the Shelf Life of Mushroom (*Agaricus Bisporus*) [J]. Postharvest Biology and Technology, 2015, 104: 33—41.

(上接第6页)

- Stages [J]. Food Science, 2012, 33(9): 81—86.
- [14] 徐臣善, 高东升. 基于主成分分析的设施桃果实品质综合评价[J]. 食品工业科技, 2014, 23: 84—94.
- XU Chen-shan, GAO Dong-sheng. Comprehensive Evaluation on Fruit Quality of Peach Cultivars Ingreenhouse Based on Principal Component Analysis [J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 23: 84—94.
- [15] 李鹏霞, 胡花丽, 王伟, 等. 主成分分析法在李果实贮藏特性分析中的应用[J]. 中国农学通报, 2009, 25(7): 77—81.
- LI Peng-xia, HU Hua-li, WANG Wei, et al. Application of Principal Component Analysis on Plum Storage Characteristic [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(7): 77—81.