

# 鲜切莲藕自发气调包装的研究

梁茂雨<sup>1</sup>, 郝亚勤<sup>2</sup>, 南海娟<sup>2</sup>, 高愿军<sup>3\*</sup>

(1. 漯河市食品工业学校, 河南 漯河 462000; 2. 河南科技学院 食品学院, 河南 新乡 453003;

3. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 以低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)及聚丙烯(PP)为包装材料, 研究其对鲜切莲藕的贮藏保鲜效果。结果表明: 不同的包装材料均能在一定程度上防止鲜切莲藕水分及营养成分的损失, 抑制鲜切莲藕呼吸强度, 延长其货架寿命, 且0.04 mm LDPE最适合作鲜切莲藕自发气调包装材料。

**关键词:** 鲜切莲藕; 自发气调包装; 货架寿命

**中图分类号:** S645.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2007)03-0091-05

## Research on Modified Atmosphere Package of Fresh cut Lotus Roots

LIANG Mao yu, HAO Ya qin<sup>2</sup>, NAN Hai juan<sup>2</sup>, GAO Yuan jun<sup>3\*</sup>

(1. Luohe School of Food Industry, Luohe 462000, China; 2. Department of Food Science, Henan Institute of

Science and Technology, Xinxiang 453003, China; 3. School of Food and Biological

Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The effects of Modified Atmosphere Package materials such as, low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene(HDPE)and polypropylene(PP)were studied for the storing and keeping fresh of fresh cut lotus roots. The results showed that all the tested materials could prevent fresh cut lotus roots from losing moisture and nutrition to some extent by inhibiting the respiration, with the result of prolonging the shelf life. 0.04 mm LDPE was the most suitable packaging material.

**Key words:** Fresh cut lotus root; Modified atmosphere package; Shelf life

收稿日期: 2006-11-16

基金项目: 漯河市科技攻关项目(2004066)

作者简介: 梁茂雨(1977-), 男, 河南临颖人, 助教, 主要从事肉制品加工与焙烤方面的教学与研究。

通讯作者: 高愿军(1957-), 男, 河南鄆城人, 教授, 博士, 主要从事果蔬加工与贮藏方面的研究。

Tel: 0371-63556364; E-mail: gaoyuanjun1@126.com

### 参考文献:

- [1] 南海娟, 高愿军. 鲜切水果保鲜研究进展[J]. 食品与机械, 2005, 22(4): 66-68.
- [2] 张立奎, 陆兆新, 汪宏喜. 鲜切生菜在贮藏期间的微生物生长模型[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(2): 107-110.
- [3] 曾顺德, 张迎君, 漆巨容, 等. 鲜切“翠冠”梨涂膜保鲜研究[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 318-320.
- [4] Jacxsens L, Devlieghere F, Debevere J P. Predictive modeling design: equilibrium modified atmosphere packages of fresh cut vegetables subjected to a simulated distribution chain [J]. International Journal of

- Food Microbiology, 2000, 73: 331-341.
- [5] M R Corbo, C Altieri, D D Amato, *et al.* Effect of temperature on shelf life and microbial population of lightly processed cactus pear fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004(31): 93-104.
- [6] 柏林, 郭剑飞, 欧杰. 预测微生物学数学建模的方法构建[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 52-57.
- [7] 关新强. 鲜切果蔬的微生物控制[J]. 新疆化工, 2004(3): 51-53.
- [8] R Ahvenainen. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables[J]. Trends in Food Science and Technology, 1996(7): 179-186.

MAP(modified atmosphere package)是一种新型的气调包装贮藏形式,由于其具有方便、无公害、延长货架寿命、抑制酶促褐变等特点而在新鲜果蔬保鲜中的应用非常广泛<sup>[1,2]</sup>。MAP 包装是利用新鲜果蔬呼吸作用中消耗 O<sub>2</sub> 放出 CO<sub>2</sub> 的原理,选用不同透气率和透湿率的塑料薄膜,自发性地调节密封包装内的不同气体比例,控制果蔬的呼吸速度,以达到延长贮存期限的目的。MAP 的使用和发展,使水果、蔬菜的市场化程度越来越高,在英国和法国,MAP 的商业化程度分别达到 40%和 25%<sup>[1,3]</sup>。应用该项技术取得成功的关键,在于选择适当的薄膜材料,以获得包装内最适宜的平衡气氛。

本试验选用低密度聚乙烯(LDPE)、高密度聚乙烯(HDPE)及聚丙烯(PP)为原料,研究其对鲜切莲藕的贮藏保鲜效果,筛选出适宜的鲜切莲藕自发气调保鲜材料,以期对鲜切莲藕的贮藏保鲜提供理论依据和技术参数。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试莲藕为新鲜、健壮、成熟度适中、无机械损伤的市售带泥白花莲藕。

包装材料:LDPE(0.04 mm, 0.05 mm), HDPE(0.04 mm), PP(0.04 mm),规格为长×宽=20 cm×15 cm。

仪器:UV-2000 型紫外可见分光光度计[尤尼科(上海)仪器有限公司],WSL-I 型比较测色计(北京光学仪器厂),CYES-II 型 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 气体测定仪(上海市嘉定学联仪表厂);2W 型阿贝折射仪(上海光学仪器五厂),TGL-16 高速台式离心机(上海安亭科学仪器厂),SF-200 塑料薄膜封口机(温州市鼎业包装机械制造有限公司),SC-360Y 澳柯玛立式冷藏箱(青岛澳柯玛股份有限公司),DZKW-4 型电热恒温水浴锅(北京市光明医疗仪器厂),AEL-200 电子分析天平(日本)。

主要化学试剂:临苯二酚、碘酸钾、NaCl、碘化钾、可溶性淀粉、盐酸、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠均为分析纯;柠檬酸、D-异 Vc 钠、乙二胺甲乙酸二钠(EDTA-2Na),山梨酸钾均为食品级。

### 1.2 试验方法

预冷 24 h 后的白莲洗净去皮后切成 0.2 cm 左右厚度的薄片经保鲜液处理后,取出沥水、晾干、用不同包装材料包装、封口,于(4±0.5)℃贮藏,并以未包装莲藕(ck)作对照。样品每袋 100 g,每处理重

复 3 次。每隔 2 d 测定其各项指标,最后结合感官评分,确定适合鲜切莲藕的自发气调包装材料。

### 1.3 试验指标及测定方法

褐变指数参照曾顺德等<sup>[4]</sup>方法,略有改动;多酚氧化酶(PPO)活性参照黄建超等方法<sup>[5]</sup>;Vc 含量的测定采用碘量法<sup>[6]</sup>;可溶性固形物(SSC)含量用阿贝折射仪进行测定;呼吸强度的测定采用静置法;O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 含量采用 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 测定仪直接测定;失重率采用称重法测定,失重率=(初重-贮藏后重量)/初重×100%;感官质量评定采用感官评分<sup>[4]</sup>,根据颜色、腐烂程度、气味等进行综合排序法评分,9 分为最高分,5 分为商品界限,以下为不可接受。

### 1.4 数据处理

采用 DPS 数据处理系统。

## 2 结果与分析

### 2.1 鲜切莲藕贮藏期间感官品质的变化

鲜切莲藕经不同包装材料包装后,在贮藏期间其褐变指数、失重率、感官品质的变化见表 1。从表 1 可以看出,鲜切莲藕贮藏期间褐变指数随贮藏时间延长均呈上升趋势。ck 在贮藏过程中的褐变指数一直处于较高的水平,这与鲜切莲藕中多酚氧化酶与空气中较高浓度氧气直接接触,迅速发生酶促褐变有关。鲜切莲藕经包装后与 ck 相比,褐变指数变化相对较小,这是由于包装袋中氧气浓度低于外界,减少了多酚氧化酶与氧接触的机会,从而降低了褐变。在贮藏的第 6 天,0.04 mm 和 0.05 mm LDPE 对鲜切莲藕的褐变指数影响差异不显著,但与 0.04 mm PP, 0.04 mm HDPE 之间差异达极显著水平。贮藏至第 8 天,各包装鲜切莲藕的褐变指数达到了极显著水平。整个贮藏期间,0.04 mm LDPE 的褐变指数一直低于其他保鲜膜,说明它对鲜切莲藕的色泽具有较好的保护作用。

各处理的鲜切莲藕失重率随贮藏时间的延长呈增大趋势。ck 组的鲜切莲藕从第 2 天开始明显失重,而经包装后的鲜切莲藕失重率明显小于 ck,说明包装可显著地减少鲜切莲藕失重,具有一定的保鲜作用。10 d 以后,各包装的鲜切莲藕的失重率差异达到极显著水平,经 0.04 mm LDPE 包装的鲜切莲藕的失重率较其他包装材料大。几种包装材料的透气率的大小顺序为:0.04 mm LDPE>0.05 mm LDPE>0.04 mm PP>0.04 mm HDPE,这与试验中不同包装材料对鲜切莲藕失重率的影响的大小顺序是一致的。但经包装的鲜切莲藕失重率均不大,

莲藕的新鲜状态均不受影响。

鲜切莲藕贮藏期间感官评分均呈下降趋势,经包装的鲜切莲藕感官评分明显高于 ck,经 0. 04 mm LDPE 包装的鲜切莲藕在整个贮藏期间感官评分一

直较高,贮藏 12d 后感官得分为 5 分,鲜切莲藕基本未发生褐变及腐败现象,与其他 3 种包装材料之间差异极显著。综合分析可知,0. 04 mm LDPE 对维持鲜切莲藕的感官效果最好。

表 1 鲜切莲藕贮藏期间褐变指数、失重率和感官品质变化

试验指标	包装材料	贮藏时间( d)						
		0	2	4	6	8	10	12
褐变指数	0. 04mm HDPE	0A	0. 23A	0. 37A	0. 62A	1. 08A	1. 55A	1. 72A
	0. 04mm PP	0A	0. 14B	0. 23B	0. 43B	0. 82B	1. 3B	1. 56B
	0. 05mm LDPE	0A	0. 13B	0. 17C	0. 26C	0. 53C	1. 2C	1. 47C
	0. 04mm LDPE	0A	0. 12B	0. 15C	0. 25C	0. 38D	0. 95D	1. 27D
	ck	0	0. 54	1. 36	1. 97	2. 30	2. 70	2. 89
失重率( %)	0. 04mm LDPE	0A	0. 09A	0. 13A	0. 28A	0. 42A	0. 65A	0. 79A
	0. 05mm LDPE	0A	0. 09A	0. 11A	0. 18B	0. 32B	0. 56B	0. 69B
	0. 04mm PP	0A	0. 08A	0. 10A	0. 13C	0. 31B	0. 42C	0. 51C
	0. 04mm HDPE	0A	0. 07A	0. 09A	0. 11C	0. 20C	0. 31D	0. 40D
	ck	0	5. 98	9. 69	15. 36	22. 48	29. 54	32. 69
感官评分	0. 04mm LDPE	9A	8. 5A	8A	7. 5A	6. 5A	6A	5A
	0. 05mm LDPE	9A	8. 5A	7. 5B	7B	5. 5B	5B	4B
	0. 04mm PP	9A	8. 5A	7C	6C	5. 5B	4. 5C	3. 5C
	0. 04mm HDPE	9A	8B	7C	6C	5C	4D	3D
	ck	9	5	3. 5	1. 5	1	0. 5	0. 5

注: 表同列中具有不同大写字母表示差异达 0. 01 极显著水平, 下同

2. 2 鲜切莲藕贮藏期间营养指标的变化

鲜切莲藕经不同包装材料包装后,在贮藏过程中,其 Vc 含量和 SSC 含量的变化见表 2。不同包装材料包装的鲜切莲藕 Vc 含量均随着贮藏时间的延长而呈现减小的趋势。ck 由于暴露在空气中,呼吸旺盛,Vc 含量显著降低。鲜切莲藕经包装后,贮藏至第 8 天,经 0. 04 mm 和 0. 05 mm LDPE 包装的鲜切莲藕 Vc 含量差异不显著,但与 0. 04 mm PP, 0. 04 mm HDPE 间存在极显著差异,贮藏至第 10 天,各包装材料对鲜切莲藕 Vc 含量的影响均达到了极显著水平,0. 04 mm LDPE 包装的鲜切莲藕 Vc 含量较其他包装高,但各包装的鲜切莲藕 Vc 含量

在整个贮藏过程中变化不大,这与包装袋内氧气浓度不大,且呼吸强度受到一定程度的抑制有关。

可溶性固形物主要包括可溶性糖及其他一些可溶性有机质,主要是可溶性糖。它们在贮藏期间由于呼吸作用消耗,含量逐渐减少。由表 2 可以看出,未包装(ck)的鲜切莲藕 SSC 损失较大,而 0. 04 mm LDPE 包装的鲜切莲藕 SSC 损失最小。此外,贮藏至第 6 天,0. 04 mm 和 0. 05 mm LDPE 对鲜切莲藕 SSC 含量影响差异不显著,但与 0. 04 mm PP, 0. 04 mm HDPE 的差异达极显著水平。贮藏至第 8 天时,几种包装材料对鲜切莲藕 SSC 含量的影响均达极显著水平。

表 2 鲜切莲藕贮藏期间 Vc 和 SSC 含量变化

试验指标	包装材料	贮藏时间( d)						
		0	2	4	6	8	10	12
Vc 含量 ( × 10 <sup>-2</sup> mg /g)	0. 04mm LDPE	50. 68 A	48. 3A	47. 5A	47. 1A	45. 7A	45. 8A	45. 3A
	0. 05mm LDPE	50. 68 A	48. 1A	47. 3A	46. 9A	45. 5A	44. 7B	44. 2B
	0. 04mm PP	50. 68 A	47. 4B	45. 0B	44. 7B	44. 6B	43. 4C	42. 5C
	0. 04mm HDPE	50. 68 A	46. 6C	45. 3B	43. 9C	43. 4C	42. 5D	42. 1D
	ck	50. 68	40. 7	38. 5	37. 0	36. 5	36. 5	35. 4
SSC 含量( %)	0. 04mm LDPE	7. 70 A	7. 58A	7. 41A	7. 29A	7. 01 A	6. 79A	6. 55A
	0. 05mm LDPE	7. 70 A	7. 58A	7. 39A	7. 25A	6. 94 B	6. 68B	6. 48B
	0. 04mm PP	7. 70 A	7. 54A	7. 31B	7. 12B	6. 84C	6. 55C	6. 23C
	0. 04mm HDPE	7. 70 A	7. 48B	7. 30B	7. 07C	6. 77D	6. 57C	6. 16D
	ck	7. 70	7. 44	7. 01	6. 96	6. 34	6. 10	5. 79

2.3 鲜切莲藕贮藏期间生理指标的变化

经不同包装材料包装后, 鲜切莲藕贮藏期间 PPO 活性及呼吸强度的变化如图 1, 2 所示。由图 1 可以看出, 鲜切莲藕贮藏期间 PPO 活性均呈现先升高后降低的趋势。ck 组的鲜切莲藕贮藏至第 2 天后, 其 PPO 活性迅速下降, 且一直保持在较低的水平, 而包装后的鲜切莲藕 PPO 活性逐渐升高到第 6 天才达到活性高峰, 此后逐渐缓慢地降低, 未出现像 ck 组鲜切莲藕 PPO 活性迅速下降的现象。4 个包装处理中, 鲜切莲藕的 PPO 活性从高到低的顺序为: 0.04 mm HDPE, 0.05 mm LDPE, 0.04 mm PP, 0.04 mm LDPE, 但相互之间 PPO 活性差异不大。这说明包装能使鲜切莲藕的 PPO 活性在较长时间内保持较高的水平。由于 PPO 活性与果蔬的新鲜程度成正比, 因此, 包装有利于保持鲜切莲藕的新鲜状态。从图 2 可以看出, 与 ck 相比, 不同包装的鲜切莲藕呼吸强度均受到不同程度地抑制, 且整个贮藏期间, 0.04 mm LDPE 袋内鲜切苹果呼吸强度一直保持较低水平。

综合以上分析可知, 0.04 mm LDPE 对于较长时间地保持鲜切莲藕 PPO 活性及抑制其呼吸强度效果最好。

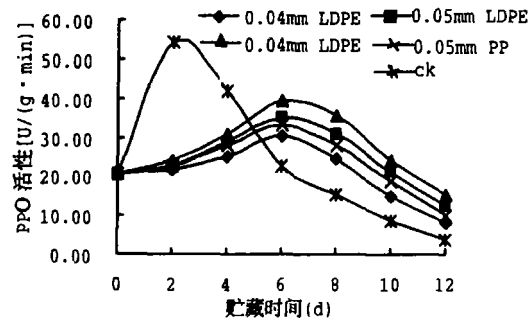


图 1 不同包装材料对鲜切莲藕 PPO 活性的影响

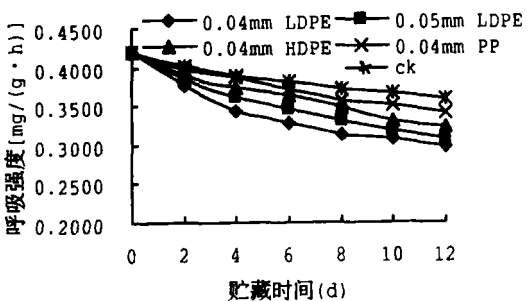


图 2 不同包装材料对鲜切莲藕呼吸强度的影响

2.4 鲜切莲藕贮藏期间包装袋内气体指标的变化

图 3~6 为不同包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度变化

趋势图。从图中可以看出, 不同包装袋内 O<sub>2</sub> 浓度随着贮藏时间的延长呈现下降的趋势, CO<sub>2</sub> 浓度随着时间的延长呈现上升的趋势。0.04 mm LDPE 贮藏 10 d 后达动态平衡, 即低 O<sub>2</sub>、高 CO<sub>2</sub> 相对稳定平衡的气体条件, 其余 3 种保鲜袋中气体均未达平衡。在平衡的气体条件下, 更有利于莲藕的保存, 因此, 0.04 mm LDPE 对鲜切莲藕保鲜效果最好。

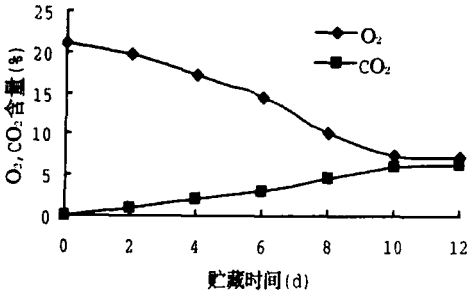


图 3 0.04 mm LDPE 包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度变化

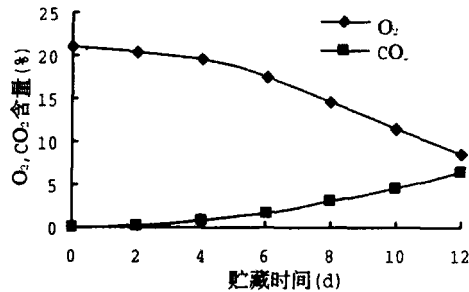


图 4 0.05 mm LDPE 包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度变化

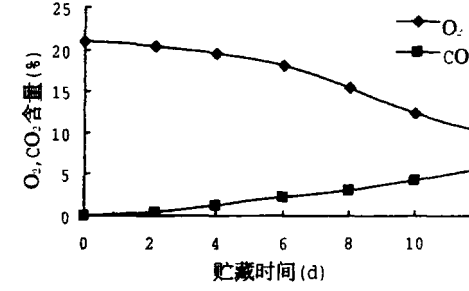


图 5 0.04 mm HDPE 包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度变化

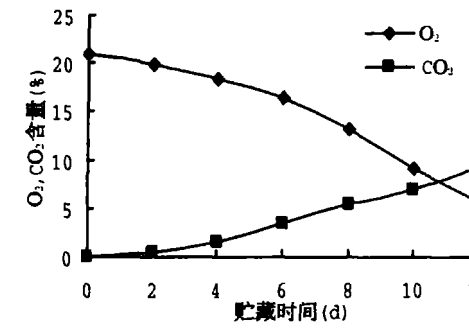


图 6 0.04 mm PP 包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 浓度变化

### 3 讨论

1) 鲜切果蔬的失重包括水分和干物质两方面的损失,但蒸腾失水是主要的因素,约占总失重的80%。保鲜膜包装有效抑制了水分蒸发,使鲜切莲藕保持较低的失重率。

2) ck 组的鲜切莲藕 Vc 含量明显降低,这与空气中 Vc 在氧化酶作用下迅速降解为 L-脱氢抗坏血酸有关。不同包装材料包装后,鲜切莲藕贮藏过程中 Vc 含量呈下降趋势,原因同 ck,但变化幅度不大,这与王美兰对蒜薹的研究结果不一致<sup>[7]</sup>。SSC 含量随着贮藏时间的延长而下降,但整个贮藏期间,SSC 含量总体变化不大。

3) 多酚氧化酶是一种以铜为辅基的末端氧化还原酶,它能催化两类完全不同的反应:①催化一元酚羟基化,生成相应的邻二羟基化合物;②催化邻二酚氧化生成邻醌化合物,这两类反应都需要有氧分子参加。鲜切莲藕经不同包装材料包装后,PPO 活性先升高后降低,与 ck 相比,包装后的鲜切莲藕 PPO 活性始终保持较高的活性水平。贮藏过程中几种包装材料的褐变指数明显低于 ck,主要是因为包装后袋中 O<sub>2</sub> 浓度低于外界,减小了多酚氧化酶催化两类反应的速率。

4) 新鲜果蔬用透气性塑料薄膜密封后,果蔬的呼吸活动消耗包装容器内的 O<sub>2</sub> 并产生 CO<sub>2</sub>,逐渐构成包装内与大气环境之间的气体浓度差。外部 O<sub>2</sub> 通过塑料薄膜渗透入包装补充消耗的 O<sub>2</sub>,包装内的 CO<sub>2</sub> 则渗透出塑料薄膜扩散到空气中。开始时,包装薄膜内外的气体浓度差小,渗入包装内的 O<sub>2</sub> 不足以抵消消耗的 O<sub>2</sub>,渗出的 CO<sub>2</sub> 小于产生的

CO<sub>2</sub>。随着贮藏过程中包装内外的气体浓度差增加使气体渗透的速度加快。当包装内的 O<sub>2</sub> 消耗速度等于 O<sub>2</sub> 渗入速度,而 CO<sub>2</sub> 产生的速度等于渗出的速度时,包装内可能达到一个低 O<sub>2</sub> 和高 CO<sub>2</sub> 气体的动态平衡。如果果蔬呼吸速度与薄膜透气率相匹配,包装内将能建立一个有利于果蔬贮藏的气调平衡,使果蔬置于最佳的气体条件中,则可延缓果蔬的成熟衰老过程。如果所选择薄膜的透气率不足,包装内将会建立一个有害于果蔬贮藏的低 O<sub>2</sub> 或有害的高浓度的 CO<sub>2</sub> 气体条件<sup>[8]</sup>。0.04 mm LDPE 包装鲜切莲藕贮藏 10 d 后,袋内 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 含量达动态平衡,其他 3 种包装材料均未达平衡,说明 0.04 mm LDPE 在较短时间内达到了气调效果,有利于保持鲜切莲藕的品质。

#### 参考文献:

- [1] 王莉,姜微波,冯双庆,等.不同化学处理对切割生菜品质的影响[J].中国蔬菜,2004(4):35-36.
- [2] 黄光荣.食品活性包装[J].杭州应用工程技术学院学报,2001,13(1):23-25.
- [3] 黄光荣.切分果蔬的酶促褐变抑制[J].浙江科技学院学报,2002,14(1):21-25.
- [4] 曾顺德,张迎君,漆巨容,等.鲜切“翠冠”梨涂膜保鲜研究[J].食品科学,2004,25(11):318-320.
- [5] 黄建韶,田宏现.莲藕中多酚氧化酶的性质[J].吉首大学学报(自然科学版),2002,23(2):82-84.
- [6] 聂洪勇,黄伟坤,唐英章,等.维生素及其分析方法[M].上海:上海科学技术文献出版社,1987:230-231.
- [7] 王美兰,周志才.蒜四种 MA 贮藏保鲜袋的应用效果研究[J].食品科学,2004,25(6):182-184.
- [8] 吴振铎.果蔬包装的自发气调保鲜[J].中国包装,2001(3):98-100.

(上接第 68 页)

#### 参考文献:

- [1] 李毅,王国平,张克诚.拮抗放线菌 LJ50 和 MJ52 的分离与初步鉴定[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2005,31(3):310-313.
- [2] 李晓红,裴永娜,李学锋,等.几株农用拮抗链霉菌的初步研究[J].微生物学杂志,2006,26(1):26-28.
- [3] 疏秀林,安德荣,张勤福,等.土壤拮抗放线菌 S-5210-6 的筛选及其初步鉴定[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(12):57-61.
- [4] 何建清,吴云锋,袁耀锋.西藏色季拉山土壤拮抗放线菌的筛选[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2005,33:187-189.
- [5] 左艳霞,胡正嘉.1 株抗水稻纹枯病放线菌筛选[J].华

中农业大学学报,2006,25(1):60-63.

- [6] 土壤微生物研究会(日).叶维青,张维谦,等译.土壤微生物实验法[M].科学出版社,1983.
- [7] Masafumi S, Yoshiko N, Yukio S, et al. Studies on endophytic *Actinomycetes streptomyces* sp. isolated from *Rhododendron* and its antifungal activity[J]. Gen Plant Pathol, 2000, 66: 360-366.
- [8] 安德荣,慕小倩,刘翠娟,等.土壤拮抗放线菌的分离和筛选[J].微生物学杂志,2002,22(5):1-3.
- [9] 阎逊初.放线菌的分类和鉴定[M].北京:科学出版社,1992.
- [10] 沈萍,范秀容,李广武.微生物学实验[M].北京:高等教育出版社,1999.