

转光薄膜对绿颜色蔬菜品质影响的研究

王丽颖¹, 韩晓冬², 孟婕¹, 张蕾³

(1. 天津职业大学, 天津 300410; 2. 天津城市建设管理职业技术学院, 天津 300134;
3. 天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 延长绿颜色蔬菜的货架寿命, 保护绿色蔬菜品质。 **方法** 模拟某超市果蔬区的销售环境, 以鲜切西兰花为例, 选择单基双能转光剂(RBI), 吹制添加质量分数为0.5%, 0.8%, 1.2%, 1.5%, 2.0%的低密度聚乙烯(LDPE)薄膜。对转光薄膜的气体透过性和光学性能进行测试, 分别将添加不同含量单基双能转光剂的LDPE薄膜包装鲜切西兰花, 并置于模拟超市的光照环境下, 测定试验样品的质量、维生素C含量、叶绿素含量等变化, 并对试验样品进行感官评价。 **结果** 对比超市现有绿颜色蔬菜的包装薄膜, 在LDPE薄膜中添加适量转光剂可以达到保护鲜切西兰花品质、延长其货架寿命的效果。 **结论** 添加质量分数为1.2%单基双能转光剂的低密度聚乙烯薄膜的保鲜效果最好。

关键词: 鲜切西兰花; 转光剂; 低密度聚乙烯; 货架寿命

中图分类号: TS206.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)17-0017-05

Effect of the Light Conversion Film on the Quality of Green Vegetable

WANG Li-ying¹, HAN Xiao-dong², MENG Jie¹, ZHANG Lei³

(1. Tianjin Vocational Institute, Tianjin 300410, China; 2. Tianjin Urban Construction Management & Vocation Technology College, Tianjin 300134, China; 3. Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The aim of this work was to extend the shelf life of green vegetable and protect the quality of green vegetable. In simulated environment of the fruit and vegetable sales area in a supermarket, with fresh-cut broccoli as an example, low-density polyethylene films with different mass fractions (0.5%, 0.8%, 1.2%, 1.5%, 2.0%) of the mono-matrix double-function light conversion agent RBI were prepared. The gas permeability and optical properties of the light conversion films were tested. The LDPE films with different mass fractions of the mono-matrix double-function light conversion agent RBI were used to package fresh-cut broccoli, which were placed in a simulated supermarket lighting environment. The weight loss, and the change of vitamin c and chlorophyll contents in the samples were determined, and sensory evaluation was conducted for the samples. Compared with the existing green vegetable packaging film in the supermarket, LDPE film supplemented with a certain amount of light conversion agent could protect the quality of fresh-cut broccoli and prolong its shelf life. The low-density polyethylene films supplemented with 1.2% mono-matrix double-function light conversion agent had the best preservation effect.

KEY WORDS: fresh-cut broccoli; light conversion agent; low-density polyethylene; shelf life

近年来, 针对绿颜色蔬菜的包装研究国内外十分重视, 虽然传统的包装材料能够起到一定的保护作用和延长货架寿命, 但是无法满足人们对绿颜色蔬菜的

保鲜需求。由此, 研究者需要不断地研究和探索绿颜色蔬菜的包装材料, 来提高其保鲜效果。

由于包装朝着透明化的方向不断发展, 食品品质

收稿日期: 2014-09-24

基金项目: 天津职业大学2012年度校基金(20121202)

作者简介: 王丽颖(1985—), 女, 天津人, 硕士, 天津职业大学助教, 主要研究方向为包装材料与包装技术。

被光照的影响显得尤为突出,通过光照来提高绿颜色蔬菜的保鲜效果的研究就十分迫切。顾振新等^[1]研究了与黑暗条件相比,光照有利于茼蒿和蕹菜的叶绿素缓慢减少。Agustin M B ü chert 等^[2]研究得到贮藏在连续的弱光条件下,能够延缓西兰花采摘后的衰老。张丽娟等^[3]研究表明暴露在强烈光照的条件下,能够有效地延迟鲜切生菜发生褐变。

转光剂的作用是近紫外光或绿光被吸收,发射出蓝光或红光^[4]。超市中果蔬区的照明灯主要是单端陶瓷金卤灯^[5],波长 380~780 nm^[6],发射的光谱主要集中在近紫外线和可见光区处。模拟某超市果蔬区的销售环境,笔者选取营养丰富的鲜切西兰花作为研究对象,向低密度聚乙烯薄膜中加入转光剂,制备成转光膜,可将对绿颜色蔬菜有害的近紫外光和很少被植物吸收的绿光,转成光合作用所必需的蓝光和红光光波,从而减缓所选绿颜色蔬菜的呼吸作用和衰老,以及灯光照射造成的所选取被包装试样的黄化、切口的褐变等,以此延长绿颜色蔬菜的货架寿命。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料:西兰花,市购天津市一农户菜田,采摘时间是当天早上 5 点,购买后 2 h 运至实验室,购买时选择大小均匀、花球紧密、成熟度基本一致的西兰花花球^[5];聚乙烯 LDPE(1F7B),北京燕化石油化工股份有限公司;单基双能转光剂(RBI),湖南师大化学化工学院。

仪器:转矩流变仪,型号 RM-200A,哈尔滨哈普电气技术有限责任公司;脚踏通过式封口机,兴业机械设备有限公司;单端陶瓷金卤灯,型号 G12 CDM-T,70 W,北京市照明灯具厂;特殊气体渗透性测定仪,测量范围 0.5~30 000 mL/(m²·d·0.1 MPa),型号 GDP-C,德国 Bruuger 公司;透光率/雾度测定仪(透光率测量范围 0~100.0%,雾度测量范围 0~30%),型号 WGT-S,济南百戈实验仪器有限公司;荧光分光光度计(波长范围 220~900 nm),型号 RF-5301PC,日本岛津仪器公司;紫外可见分光光度计(光度准确度 ± 0.5%T),型号 SP-752,上海元析仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 样品的制备及处理

将 LDPE 与 RBI 按表 1 进行配比(质量比,且包装

形式都为 120 mm × 130 mm 的枕型袋),并混合均匀,使用哈普塑化流变仪造粒、吹膜,试样平均厚度为 0.045 mm。造粒时设置:一区温度为 160 ℃,二区温度为 170 ℃,三区温度为 180 ℃,四区温度为 170 ℃,输出转速为 40 r/min,造粒次数为 2 次。吹膜时设置:一区温度为 180 ℃,二区温度为 190 ℃,三区温度为 200 ℃,四区温度为 190 ℃,输出转速为 40 r/min。先将购买来的西兰花进行整理,并将老化的花茎部分去除,再把西兰花的花球切分为直径约为 3~4 cm 的试样进行试验^[7]。将切好的西兰花分为 7 个试验组,每个试验组里面含有 7 个重复试样,每份试样 0.05 kg。用通过式脚踏封口机对包装好的鲜切西兰花进行封口。在温度为(15 ± 2)℃、相对湿度为(50 ± 2)%条件下,将包装好的试样置于模拟某超市的光照环境,光源与样品垂直。实验设置未添加转光剂的 LDPE 薄膜包装试样作为对比实验。

表 1 试验样品
Tab.1 The test samples

序号	样品	$m_{LDPE}:m_{RBI}$	贮藏条件
1	P0	100:0	光照
2	P0'	100:0	黑暗
3	P1	100:0.5	光照
4	P2	100:0.8	光照
5	P3	100:1.2	光照
6	P4	100:1.5	光照
7	P5	100:2.0	光照

1.2.2 转光薄膜透气性能的测定

实验采用 GB/T 1038—2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法压差法》。采用特殊气体渗透性测定仪来测定转光薄膜的透气性能^[5]。

1.2.3 转光薄膜荧光性能的测定

实验设置激发光的狭缝和发射光的狭缝均为 5.0 nm,激发波长分别为 300,550 nm,来测定转光薄膜的发射光谱。

1.2.4 转光薄膜透光率和雾度的测定

将制成的转光薄膜按照实验要求,选择吹制均匀,薄膜表面无褶皱、无灰尘、无孔隙、无划痕的样品,并将试样裁成大小为 50 mm × 50 mm 的小块,每种配比需测试 3 次^[5]。

1.2.5 测定包装试样(鲜切西兰花)的质量损失率

购回当天,处理试样样品后,按要求称取每个试样样品的原始质量。用称量法来测定试样的失重率。

1.2.6 测定包装试样的维生素 C 含量

采用 GB/T 6195—1986《水果、蔬菜维生素 C 含量

测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》测定维生素C含量。

1.2.7 测定包装试样的叶绿素含量

用紫外可见分光光度计SP-752测定包装试样(鲜切西兰花)中叶绿素的含量。包装试样叶绿素含量的测定方法参考崔勤等^[8]。

1.2.8 包装试样的感官评价方法

评分小组对添加不同含量单基双能转光剂和空白对照薄膜包装的鲜切西兰花,根据切口颜色和花蕾情况、褐变、腐烂程度、气味等几个方面每天对各试样按9分制法进行感官评价,评分标准见表2^[9-10]。

表2 光照条件下包装鲜切西兰花总体感官评价
Tab.2 Overall sensory evaluation of packaged fresh-cut broccoli under light condition

分数	切口颜色和花蕾情况	褐变面积	腐烂程度	气味
9	切口没有褐变,花蕾新鲜紧实,绿色	无	没有腐烂	没有异味
7	切面轻微黯淡,无褐变,花蕾轻微松散,未变黄	无	没有腐烂	没有异味
5	切口出现肉眼可见的轻微褐变,花蕾松散,轻微变黄	<1/3	稍有腐烂	有异味
3	切口局部褐变,花蕾变黄	1/3~1/2	明显腐烂	有明显的异味
1	褐变严重,花蕾萎蔫或腐烂	>1/2	腐烂严重	强烈的异味

2 结果与讨论

2.1 转光剂含量对转光薄膜透气性能的影响

包装试样前,先用特殊气体渗透性测定仪测定添加不同含量的单基双能转光剂的LDPE薄膜的氧气透过率,并计算出氧气透过系数,结果见表3。从表3可以看出,转光剂质量分数为1.2%的薄膜(P3)的氧气透过率高于其他配比和空白对照薄膜,其次是质量分数为0.5%的薄膜(P1),而后是质量分数为1.5%的薄膜(P4)。可见,LDPE薄膜中添加单基双能转光剂(RBI)不会影响薄膜的透气性。

2.2 转光薄膜的荧光性能

张茂美指出转光剂能吸收紫外光发射蓝光和(或)红光,吸收黄绿光发射红光^[12]。添加不同含量的转光剂的LDPE薄膜的荧光性能见表4,激发光谱在紫外光区,发射光谱发射蓝光和红光,激发光谱在绿光区,发射光谱发射红光,这与单基双能转光剂粉末吸收紫外光和绿光发射蓝光和红光的结果是一致的。

2.3 转光剂对转光薄膜的透光率和雾度的影响

添加不同含量的单基双能转光剂对转光薄膜透光率的影响不大,但对薄膜的雾度有一定的影响,随着单基双能转光剂在LDPE薄膜中的含量不断增加,薄膜的透明性下降,见表6。推测原因可能是转光剂的粒径较小,与聚合物晶体的尺寸不一致,导致两者的折光率不同,因此造成转光薄膜的雾度提高^[11]。

表3 转光薄膜的氧气透过率和氧气透过系数

Tab.3 The oxygen permeation and oxygen transmission coefficient of light conversion films

试样	薄膜厚度 D/cm	氧气透过率 $Q_g/(\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot P_g(\times 10^{-13})/(\text{cm}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}))$	氧气透过系数 $P_g(\text{cm} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1})$	氧气透过系数 P_g 平均值 $\times 10^{-13}/(\text{cm}^3 \cdot \text{cm} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1})$
P0-1	0.0039	0.0523	2.36	
P0-2	0.0041	0.0529	2.51	2.40
P0-3	0.0038	0.0527	2.32	
P0'-1	0.0039	0.0523	2.36	
P0'-2	0.0041	0.0529	2.51	2.40
P0'-3	0.0038	0.0527	2.32	
P1-1	0.0044	0.0600	3.06	
P1-2	0.0045	0.0551	2.87	2.89
P1-3	0.0047	0.0501	2.73	
P2-1	0.0050	0.0467	2.70	
P2-2	0.0042	0.0484	2.35	2.52
P2-3	0.0046	0.0472	2.51	
P3-1	0.0043	0.0615	3.06	
P3-2	0.0040	0.0622	2.88	2.92
P3-3	0.0039	0.0628	2.83	
P4-1	0.0045	0.0486	2.53	
P4-2	0.0051	0.0478	2.82	2.60
P4-3	0.0043	0.0495	2.46	
P5-1	0.0052	0.0423	2.55	
P5-2	0.0047	0.0430	2.34	2.43
P5-3	0.0049	0.0425	2.41	

2.4 转光薄膜对包装试样质量损失率的影响

新鲜蔬菜含水量非常高,达65%~95%^[13]。与黑暗条件处相比,随着时间的延长,包装鲜切西兰花在

表4 激发光谱在紫外光区不同转光膜的发射光谱(λ_{ex} =300 nm)
Tab.4 The excitation spectra in the UV region of different emission spectra of light conversion films

试样	发射光 波长 λ /nm	荧光 强度 I	试样	发射光 波长 λ /nm	荧光 强度 I
P1	430	23	P1	643	49
P2	431	24	P2	644	49
P3	431	25	P3	645	50
P4	431	26	P4	642	50
P5	430	26	P5	644	51

表5 激发光谱在绿光区不同转光膜的发射光谱(λ_{ex} =550 nm)
Tab.5 The excitation spectra in the green region of different emission spectra of light conversion films

试样	发射光波长 λ /nm	荧光强度 I
P1	634	39
P2	633	40
P3	634	40
P4	632	41
P5	636	41

表6 转光薄膜的透光率和雾度
Tab.6 The light transmittance and haze of light conversion films

试样	透光率/%	平均透光率/%	雾度/%	平均雾度/%
P0	91.9	91.6	10.47	10.9
	91.6		10.79	
	91.2		11.37	
P1	90.5	90.6	12.99	11.4
	90.7		11.03	
	90.7		10.04	
P2	90.5	90.4	15.16	15.3
	90.2		16.37	
	90.5		14.42	
P3	89.5	89.5	18.35	17.8
	90.1		19.46	
	89.1		15.60	
P4	89.7	89.3	17.41	18.0
	89.2		19.20	
	89.1		17.27	
P5	87.6	87.9	20.34	22.8
	87.3		25.09	
	88.7		22.97	

光照处理条件下贮藏的第3天,P0,P1,P2,P3,P4,P5

质量损失率开始显著加速见图1。试样贮藏的第7天,光照和黑暗条件下包装鲜切西兰花的质量损失率分别为4.1%,3.2%,3.0%,2.8%,3.1%,3.5%和1.8%。鲜切蔬菜在采摘后贮藏时,由于蒸腾作用和呼吸作用造成了脱水现象,此时若没能得到及时补充,容易引起组织的萎蔫、皱缩,会使试验样品失重失鲜,从而降低鲜切蔬菜的感官品质,质量损失率最少的是P0',其次是P3。这与詹丽娟等^[14]研究结果一致,她发现光照处理后的鲜切西兰花质量损失率要高于黑暗处。詹丽娟等^[14]推测光照处理条件下,引起鲜切西兰花质量加速损失的原因可能是主要通过诱导西兰花的表皮气孔张开,导致水分加速损失。从图1可以看出,转光薄膜包装的鲜切西兰花相对于P0来说,转光薄膜包装的鲜切西兰花质量损失率较少,分析原因可能是花蕾在一小段时间里仍然在进行光合作用,以此弥补了呼吸作用和蒸腾作用所造成的质量损失,转光薄膜由于透光率降低,在一定程度上减少了鲜切西兰花的蒸腾作用,所以转光薄膜包装的试样质量损失率较少。

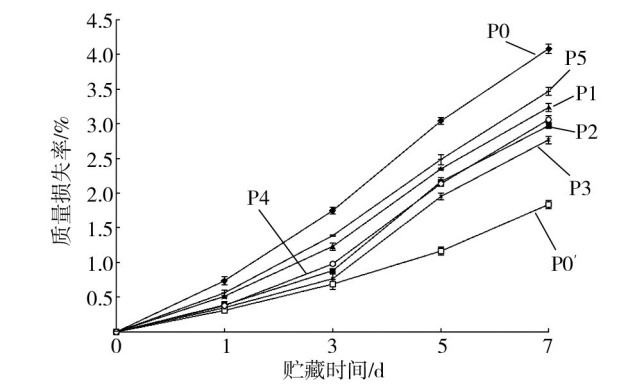


图1 鲜切西兰花质量损失率的变化
Fig.1 Change of weight loss rate of fresh-cut broccoli

2.5 转光薄膜对包装试样维生素C含量的影响

新鲜果蔬中含有的维生素C是人体所必需的重要营养元素之一。实验结果发现,光照处理条件下,起初增加了试验样品中维生素C的含量,但P0增加不明显,分析原因可能是光合作用引起的,之后随着贮藏时间的延长,包装试样维生素C含量下降。由图2可知,P0的鲜切西兰花中维生素C含量增加不明显,P3的维生素C含量下降最慢,P0'的下降最快。

2.6 转光薄膜对包装试样叶绿素含量的影响

叶绿素是绿颜色蔬菜中最主要的色素,是绿颜色蔬菜品质评价的重要指标之一,并且是光合作用中必

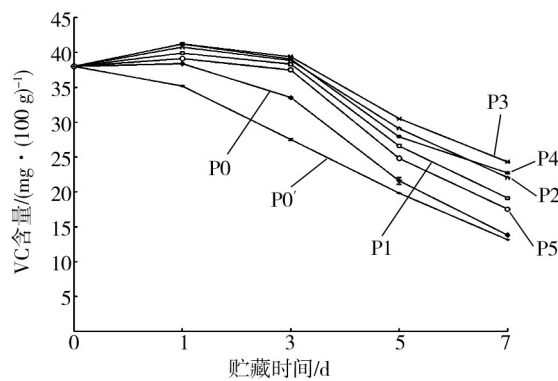


图2 鲜切西兰花维生素C含量的变化
Fig.2 Change of vitamin C content of fresh-cut broccoli

不可少的物质^[15]。在灯光照射处理的试验样品中,贮藏期间的第1天和第3天,转光薄膜包装的试验样品中的叶绿素含量增加非常明显,但是在黑暗条件下贮藏的包装试样中,叶绿素含量下降较快,在贮藏末期下降了约77%(图3)。相对于P0',P0的叶绿素含量减少较慢。实验结果表明,与黑暗条件下相比,灯光照射处理在一定程度上会显著减缓转光薄膜包装鲜切西兰花中叶绿素含量的下降,能够较好地保存包装试样的感官品质。这是由于灯光的照射,转光薄膜发挥了作用,花蕾在一小段时间里仍然进行光合作用,合成一定量的叶绿素,补充了采摘后贮藏期间内由于鲜切西兰花衰老导致降解的叶绿素,其中P3的叶绿素含量下降最缓慢。

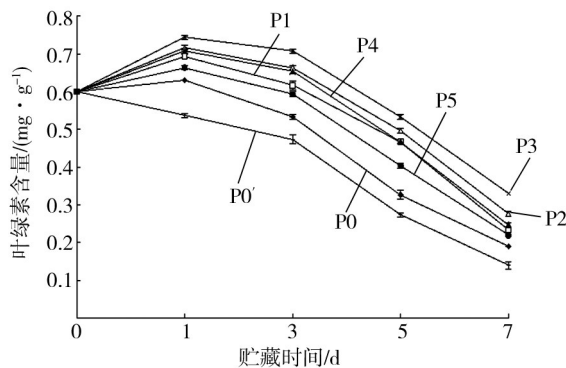


图3 鲜切西兰花叶绿素含量的变化
Fig.3 Change of chlorophyll content of fresh-cut broccoli

2.7 包装试样的感官评价结果

添加不同含量的单基双能转光剂的薄膜包装鲜切西兰花,贮藏期间的感官品质随着时间的延长逐渐下降。贮藏第3天,P0,P1,P2,P3,P4,P5和P0'感官评分分别为6,7,7,8,7,7和5;贮藏第7天,P0,P1,P2,P3,P4,P5和P0'感官评分分别为2,3,3,4,4,3和

1。最终结果是P3包装试样的感官评价结果优于其他包装的。

3 结语

光照处理条件下,添加适量转光剂的薄膜相对于纯低密度聚乙烯薄膜包装鲜切西兰花,能够较好地保持鲜切西兰花的品质,延长鲜切西兰花的货架寿命。综合各项指标,比较P0,P1,P2,P3,P4,P5在温度为 $(15 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 及光照条件下包装鲜切西兰花的保鲜效果,添加质量分数为1.2%的单基双能转光剂的LDPE薄膜的保鲜效果最好。

参考文献:

[1] 顾振新,陆兆新,韩永斌,等. 光线照射下芫荽和蕹菜常温贮藏效果比较[J]. 食品科学,2003,24(11):145—148.
GU Zhen-xin, LU Zhao-xin, HAN Yong-bin, et al. Storage Quality Comparisons of Coriander and Water Spinach Between Red Light and Darkness at Room Temperature[J]. Food Science,2003,24(11):145—148.

[2] AGUSTIN M B, MARIA E G L, NATALIA M V, et al. Effect of Visible Light Treatments on Postharvest Senescence of Broccoli (*Brassica Oleracea* L)[J]. Society of Chemical Industry,2011(91):355—361.

[3] ZHAN Li-juan, LI Yu, HU Jin-qiang, et al. Browning Inhibition and Quality Preservation of Fresh-cut Romaine Lettuce Exposed to High Intensity Light[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies,2012,(14):70—76.

[4] 廉世勋,李承志,吴振国,等. 农用转光剂及转光膜开展[J]. 中国塑料,2000,14(9):1—5.
LIAN Shi-xun, LI Cheng-zhi, WU Zhen-guo, et al. Progress in Development of Light Conversion Agents and Films for Agriculture[J]. China Plastics,2000,14(9):1—5.

[5] 贾金匣. 用于超市微加工蔬菜可选择吸光包装材料的研究[D]. 天津:天津科技大学,2011.
JIA Jin-xia. Study on Optional Absorption Light Packaging Material of Minimally Processed Vegetable in the Supermarket [D]. Tianjin: Tianjin University of Science & Technology, 2011.

[6] 江珊. 陶瓷金属卤化物灯技术发展概述[J]. 中国照明电器,2005(8):6—10.
JIANG Shan. Review of Progress of Ceramic Metal Halide Lamps[J]. China Light & Lighting,2005(8):6—10.

[7] 郭香凤,向进乐,李秀珍,等. 贮藏温度对西兰花净菜品质的影响[J]. 农业机械学报,2008,39(2):201—204.
GUO Xiang-feng, XIANG Jin-le, LI Xiu-zhen, et al. Effects

(下转第29页)

- and Method for Establishing Index System of Sensory Evaluation[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2008(6): 121—124.
- [6] 林宇山. 感官评价在食品工业中的应用[J]. 食品工业科技, 2006, 27(8): 202—203.
LIN Yu-shan. The Application of Sensory Evaluation in Food Industry[J]. Science and Technology of Food Industry, 2006, 27(8): 202—203.
- [7] 张保锋. 乳与乳制品感官评鉴技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2007.
ZHANG Bao-feng. Sensory Evaluation Technology of Milk and Dairy Products[M]. Harbin: Harbin Cartographic Publishing House, 2007.
- [8] GB/T 10004—2008, 包装用塑料复合膜、袋 干法复合、挤出复合[S].
GB/T 10004—2008, Plastic Laminated Films and Pouches for Packaging—dry Lamination and Extrusion Lamination[S].
- [9] GB/T 19741—2005, 液体食品包装用塑料复合膜、袋[S].
GB/T 19741—2005, Plastic Laminated Films and Bags Using for Packaging of Liquid Food[S].
- [10] GB 18454—2001, 液体食品无菌包装用复合袋[S].
GB 18454—2001, Laminated Bags Using for Aseptic Packaging of Liquid Food[S].
- [11] HENRIK S, NIELSEN B R, SKIBSTED L H. Effect of Heat Treatment, Water Activity and Storage Temperature on Oxidative Stability of whole Milk Powder[J]. Int Dairy Journal, 1997 (7): 331—339.
- [12] SIMON M, HANSEN A P. Effect of Various Dairy Packaging Materials on the Shelf Life and Flavor of Ultra Pasteurized Milk[J]. J Dairy Sci, 84: 784—791.
- [13] SANAA T, FLORIANE P, CHRISTIAN D F, et al. Effects of Light, Temperature and Water Activity on the Kinetics of Lipoxidation in Almond-based Products[J]. Food Chemistry, 2009, 115: 958—964.
- [14] SAINT-EVE A, LEVY C, MOIGNE M, et al. Quality Changes in Yogurt during Storage in Different Packaging Materials[J]. Food Chemistry, 2008, 110: 285—293.
- [15] 利昂·G·希夫曼, 莱斯利·L·卡纽克. 消费者行为学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2006.
SCHIFFMAN L G, KANUK L L. Consumer Behavior[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2006.

(上接第21页)

- of Storage Temperature on the Quality of Minimally Processed Broccoli[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(2): 201—204.
- [8] 崔勤, 李新丽, 翟淑芝. 小麦叶片叶绿素含量测定的分光光度计法[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(10): 2063.
CUI Qin, LI Xin-li, ZHAI Shu-zhi. Determination of Chlorophyll Content of Wheat Leaves Using Spectrophotometer[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(10): 2063.
- [9] 高愿军, 吴炜炜, 孟楠, 等. 包装薄膜对鲜切莴笋品质的影响[J]. 食品科技, 2011, 36(3): 42—45.
GAO Yuan-jun, WU Wei-wei, MENG Nan, et al. Effects of Different Packaging Film on Fresh-cut Lettuce during Storage Period[J]. Food Science and Technology, 2011, 36(3): 42—45.
- [10] 吴光旭, 张长峰. 复合护色液对鲜切莲藕护色效果研究[J]. 食品科技, 2006(5): 111—114.
WU Guang-xu, ZHANG Chang-feng. Effect of Compound Reagent on Color Preservation of Fresh-cut Lotus Roots[J]. Food Science and Technology, 2006(5): 111—114.
- [11] 张文想, 苏一凡, 王艳芳, 等. 农用棚膜转光母粒的研制及应用[J]. 石化技术, 2001, 8(2): 89—93.
ZHANG Wen-xiang, SU Yi-fan, WANG Yan-fang, et al. Development and Application of Light Conversion Master Batch Used in Agricultural Film[J]. Petrochemical Industry Technology, 2001, 8(2): 89—93.
- [12] 张茂美. 转光农膜荧光分析方法研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2006.
ZHANG Mao-mei. Study on Fluorescence Analysis for Sunlight-conversion Farm Film[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2006.
- [13] 百度百科: <http://baike.baidu.com/subview/13544/5031564.htm>[EB/OL].
Baidu Encyclopedia: <http://baike.baidu.com/subview/13544/5031564.htm>[EB/OL].
- [14] 詹丽娟, 魏国强, 乔明武, 等. 光照处理提高鲜切西兰花贮藏品质[J]. 食品科学, 2012, 33(14): 296—299.
ZHAN Li-juan, WEI Guo-qiang, QIAO Ming-wu, et al. Quality Improvement of Fresh-cut Broccoli (Brassica Oleracea L.) during Storage by Light Illumination[J]. Food Science, 2012, 33(14): 296—299.
- [15] 王敏, 刘邻渭. 叶绿素及衍生物研究进展与护绿工艺分析. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2001, 16(1): 63—67.
WANG Min, LIU Lin-wei. Advances of Chlorophyll Physiology and Prospects on Processing Technique for Preserving Green Color[J]. Journal of Zhengzhou Institute of Light Industry (Natural Science), 2001, 16(1): 63—67.