

农产品贮藏加工

薄膜包装对菜心贮藏品质的影响

陈学玲, 何建军, 范传会, 梅新, 施建斌, 蔡沙, 隋勇, 王少华

(湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所, 武汉 430064)

摘要: **目的** 研究4种薄膜包装对菜心贮藏期间品质的影响, 为延长菜心货架期提供依据。**方法** 以菜心为实验材料, 分别采用低密度聚乙烯 (low-density polyethylene, LDPE)、聚偏二氯乙烯 (polyvinylidenechloride, PVDC)、聚氯乙烯 (polyvinylchloride, PVC) 及聚乙烯 (polyethylene, PE) 等4种薄膜包装在4℃下贮藏, 贮藏期间每隔3 d测定菜心的呼吸强度、丙二醛含量、过氧化物酶活性等生理生化指标。**结果** 在贮藏0~6 d, LDPE, PVDC和PVC对菜心呼吸强度的抑制效果优于PE; LDPE, PVC和PE组菜心的硬度略有提高, 并接近鲜样的硬度; 4种薄膜均能有效抑制菜心叶绿素的降解和苯丙氨酸解氨酶活性, 且增强了过氧化物酶活性。**结论** 菜心在采后贮运期间, 使用4种薄膜包装均有利于延缓其衰老进程, 提高了其品质, 其中LDPE的保鲜效果最好, 其次为PVC; 当菜心货架期≤6 d时, 其综合品质最佳。

关键词: 菜心; 薄膜包装; 贮藏; 品质

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)23-0001-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.23.001

Effects of Packaging Films on Storage Quality of Flowering Cabbage

CHEN Xue-ling, HE Jian-jun, FAN Chuan-hui, MEI Xin, SHI Jian-bin,
CAI Sha, SUI Yong, WANG Shao-hua

(Institute for Farm Products Processing and Nuclear-agricultural Technology,
Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China)

ABSTRACT: The paper aims to study the effects of 4 packaging films on the storage quality of flowering cabbage to provide basis for prolonging the shelf life of flowering cabbage. The flowering cabbage was respectively packed with LDPE, PVDC, PVC and PE, and stored at 4 °C. The physiological and biochemical indexes such as respiratory intensity, MDA content and peroxidase activity of flowering cabbage were measured every 3 days during storage. During storage of 0~6 days, the inhibitory effect of LDPE, PVDC and PVC on respiration intensity of flowering cabbage was superior to PE. The hardness of flowering cabbage of LDPE, PVC and PE groups was slightly high and close to that of the fresh. The results showed that four packaging film scould effectively inhibit chlorophyll degradation and phenylalanine ammonia-lyase activity, and enhance peroxidase activity. During postharvest storage of flowering cabbage, the four packaging films could delay the aging process of flowering cabbage and improve its quality. LDPE was the most suitable packaging film for flowering cabbage, followed by PVC. When the shelf life of flowering cabbage was ≤6 days, the comprehensive quality of flowering cabbage was the best.

KEY WORDS: flowering cabbage; packaging films; storage; quality

收稿日期: 2019-10-08

基金项目: 国家重点研发计划 (2018YFD0401301); 湖北省农业科技创新项目 (2019-620-000-001-25)

作者简介: 陈学玲 (1979—), 女, 副研究员, 主要研究方向为果蔬贮藏与加工。

通信作者: 王少华 (1963—), 男, 研究员, 主要研究方向为农产品贮藏与加工。

菜心,又称菜薹,属十字花科芸薹属叶菜类蔬菜,为我国著名的特产蔬菜。菜心脆嫩、可口,风味别致,含有丰富的维生素和黄酮类物质,被誉为“蔬品之冠”。菜心叶的表面积大、含水量高、组织脆嫩,在采后贮运过程中易出现失水萎蔫、叶片变黄、茎纤维化、切口腐烂等现象,品质易快速劣变,导致菜心的贮藏保鲜难度较大^[1]。由此,菜心采后贮运保鲜技术的研发就显得非常重要。

目前,围绕菜心保鲜贮运的研究主要包括贮藏温度^[1]、杀菌剂处理^[2-3]、预冷^[4]、气调^[5]和涂膜^[6]等,而关于塑料薄膜包装对菜心品质影响的研究少有报道。塑料薄膜具有方便、安全等特点,已广泛应用在新鲜果蔬上^[7-8]。塑料薄膜不仅能隔离微生物的侵染,而且可以有效降低果蔬的生理代谢速度,从而保持其品质。文中以菜心为实验材料,研究 LDPE、PVDC、PVC 及 PE 等 4 种薄膜包装对菜心贮藏品质的影响,以期延长菜心货架期,为其采后保鲜提供技术支持。

1 实验

1.1 材料与试剂

实验材料:菜心,采收于罗田县恒然生态农业科技发展有限公司基地;LDPE膜,中山市新美包装机械制品有限公司;PVDC膜,脱普日用化学品(中国)有限公司;PVC膜,青岛恒永兴包装制品有限公司;PE膜,脱普日用化学品(中国)有限公司;试剂盒,北京索莱宝科技有限公司。试剂均为分析纯。包装材料的性能参数见表1。

菜心采收后进行冷藏运输,3 h内运至实验室。选择无机械伤、无病虫害的菜心,用二氧化氯溶液浸泡杀菌3 min,再用自来水漂洗1 min,沥干表面水。然后将菜心放入PET塑料盘中,分别用PE, PVDC, LDPE和PMP保鲜膜密封,并进行称量、贴标,最后在4℃下冷藏。

1.2 仪器与设备

仪器与设备:UV1100紫外可见分光光度计,北

京莱伯泰科仪器股份有限公司;Tel 7001 红外二氧化碳分析仪,美国 Telaire 公司;3K15 高速冷冻离心机,德国希格玛公司;GY-4 硬度计,乐清市艾德堡仪器有限公司。

1.3 方法

每隔3 d取一次样,测定菜心的呼吸强度、硬度、叶绿素含量、丙二醛(malondialdehyde,MDA)含量、过氧化物酶(peroxidase,POD)和苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine ammonialyase,PAL)的活性等指标,重复实验做3次。

1)呼吸强度。采用二氧化碳测定仪测定^[9],结果以mg/(kg·h)表示。

2)硬度。采用GY-4硬度计测定。

3)MDA含量。参照曹建康等^[10]的方法测定。

4)叶绿素含量。参照曹建康等^[10]的方法测定。

5)POD活性。参照曹建康等^[10]的方法测定。

6)PAL活性。采用苯丙氨酸解氨酶活性检测试剂盒进行检测。

1.4 数据处理与作图

数据取3次实验结果的平均值,采用Origin 8.5进行分析与作图。

2 结果与分析

2.1 薄膜包装对菜心呼吸强度的影响

采收后的果蔬仍然是有生命的有机体,继续进行着呼吸作用。采后果蔬的呼吸作用与其成熟度、品质变化以及贮藏寿命有密切关系,是影响果蔬贮运品质的重要因素。呼吸强度是评价呼吸作用强弱的生理指标,不仅表示果蔬的代谢水平,也与果蔬的潜在贮藏寿命有关^[11]。

在贮藏期间,4组菜心的呼吸强度均低于贮藏前,并呈现一致的变化趋势,见图1。由此可见,采用薄膜包装菜心,有利于抑制其呼吸强度、延长货架期。4组菜心的呼吸强度有差异,在贮藏3 d,PVC,LDPE,PE和PVDC组菜心呼吸强度的下降率分别为36.16%,

表1 包装材料的性能参数
Tab.1 Performance parameter of packaging materials

包装材料	二氧化碳透过率/ ($\text{cm}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1} \cdot (101 \text{ kPa})^{-1})$)	氧气透过率/ ($\text{cm}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1} \cdot (101 \text{ kPa})^{-1})$)	水蒸气透过率/ ($\text{g} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1})$)	厚度/ mm
LDPE	87 500	19 500	51	0.02
PVDC	357	70	10	0.02
PVC	109 000	21 000	90	0.02
PE	36 300	10 030	25	0.02

42.83%, 47.48%, 44.64%; 在贮藏 6~12 d, PVC 组菜心的呼吸强度最高, 其次是 PE 组和 PVDC 组, LDPE 组的呼吸强度最低。在西兰花^[9]、鸡枞菌^[12]和香菇^[13]的研究中, 薄膜包装材料也有相似的抑制呼吸的作用。

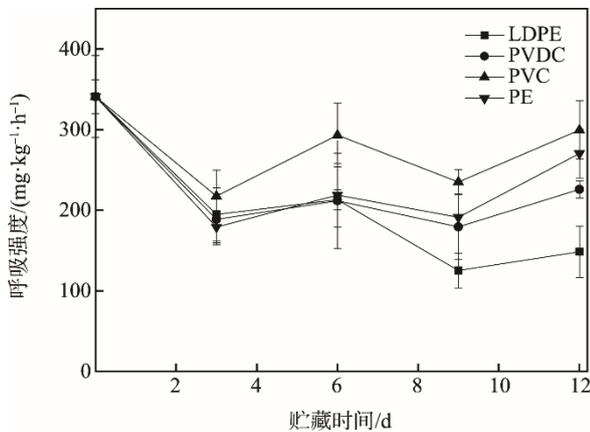


图 1 薄膜包装对菜心呼吸强度的影响

Fig.1 Effects of packaging films on respiration intensity of flowering cabbage

2.2 薄膜包装对菜心硬度的影响

采后果蔬硬度有 2 种相反的变化, 即硬化和软化。由图 2 可知, 不同薄膜包装的菜心硬度变化大致相同, 均呈先上升后下降的趋势。在贮藏 0~6 d, 4 组菜心的硬度均缓慢上升, 于第 6 天达到峰值, 其中 LDPE 和 PE 组低于其他 2 组, 并且与贮藏前无显著性差异; 在贮藏 6~9 d, 4 组菜心硬度均出现显著下降, 并低于贮藏前; 在贮藏 9~12 d, 4 组菜心硬度波动不显著。由此可见, 菜心在贮藏期间经历了硬化和软化等 2 个过程, 与菜心自身的生理代谢密不可分。菜心硬化导致硬度增大, 主要由组织纤维化、木质化引起。菜心硬度的下降, 可能由失水导致细胞膨压降低, 细胞膜完整性降低, 乙烯作用、呼吸作用、内容

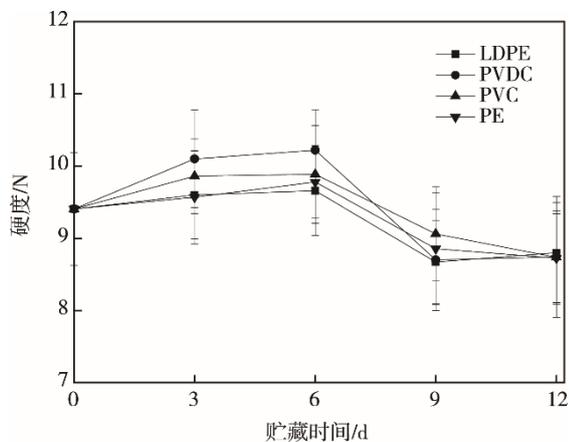


图 2 薄膜包装对菜心硬度的影响

Fig.2 Effects of packaging films on hardness of flowering cabbage

物含量变化, 细胞壁成分变化等^[14]多种因素所致。

2.3 薄膜包装对菜心叶绿素含量的影响

菜心在采后易出现衰老、黄化、品质下降快等现象, 限制了菜心的贮藏和销售。黄化是影响菜心品质的一个重要指标, 而引起黄化的主要原因是叶绿素的降解。

在贮藏期间, 4 组菜心的叶绿素含量变化差异较大, 见图 3。其中, PE 组叶绿素含量呈缓慢上升趋势; PVC, PVDC 和 LDPE 组菜心的叶绿素含量变化相似, 呈先升后降趋势, 这与坛紫菜叶绿素含量的变化规律相似^[15]。在贮藏 0~6 d, PVC 组叶绿素含量显著高于同期的其他 3 组, 并于第 6 天达到峰值, 比贮藏前高出 64.33%。LDPE 组叶绿素含量于贮藏 6 d 时达到峰值, 随后下降。PVDC 组叶绿素含量于贮藏第 3 天达到峰值, 随之快速下降, 在贮藏第 6 天的降解率为 35.84% (与第 3 天相比)。在贮藏 9~12 d, PVC, LDPE 和 PE 组的叶绿素含量均高于贮藏前。由此可见, 采后使用薄膜包装菜心, 有利于抑制其叶绿素的降解, 保持其良好的绿色, 这与生菜^[16]的研究结果相似。经过对比分析, PE 对菜心绿色品质的促进作用最好, 其次是 PVC 和 LDPE。

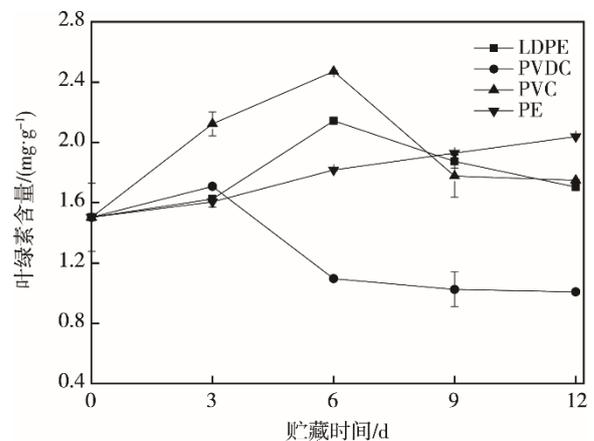


图 3 薄膜包装对菜心叶绿素含量的影响

Fig.3 Effects of packaging films on chlorophyll content of flowering cabbage

2.4 薄膜包装对菜心 MDA 含量的影响

植物器官衰老或在逆境下遭受伤害, 往往发生膜脂过氧化作用。MDA 是膜脂过氧化的最终产物, 其含量可以反映植物遭受伤害的程度, 其积累可能对膜和细胞造成一定的伤害。由此, 测定菜心中的 MDA 含量可以用来评价细胞膜系统受伤害的程度, 在一定程度上反映菜心的贮藏品质。

4 组菜心 MDA 含量的变化趋势见图 4, 在贮藏期间, MDA 含量呈先上升, 再下降, 然后再上升的变化趋势。这是因为采收时切割使菜心遭受伤害, 导致贮藏初期 MDA 含量上升; 贮藏中期, MDA 含量

有所下降,是由于使用薄膜包装菜心,不同程度地抑制了MDA积累;贮藏后期,随着菜心的衰老,MDA含量又逐渐上升。在研究马铃薯^[17]和番茄^[18]等中发现,薄膜包装可以有效抑制MDA的积累。在贮藏第3天,PVC,PE和PVDC组菜心的MDA含量第1次达到峰值,但是显著低于LDPE组。在贮藏3~9d,PE组MDA含量呈下降趋势,于第9天达到最低值;PVC和PVDC组于第6天达到最低值,随后上升。在贮藏12d时,LDPE组MDA含量最高,其次是PVDC组,随后是PE和PVC组。通过综合分析贮藏期间4组菜心MDA含量的变化趋势和大小可以看出,PE和PVC更有效地抑制了菜心MDA的积累,有利于减缓其衰老。

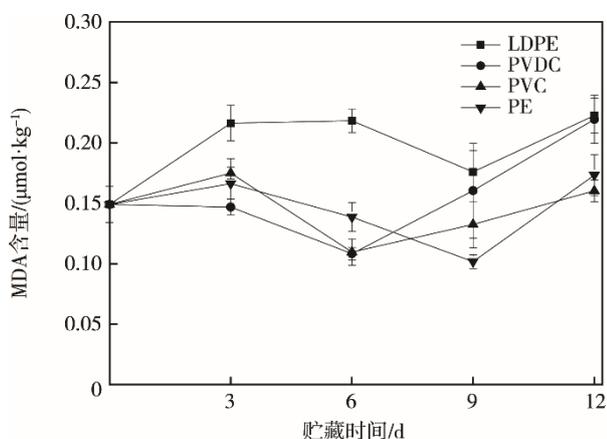


图4 薄膜包装对菜心MDA含量的影响

Fig.4 Effects of packaging films on MDA content of flowering cabbage

2.5 薄膜包装对菜心POD活性的影响

过氧化物酶是植物体内清除过氧化氢的主要酶类之一,能清除果蔬体内过量的活性氧,维持活性氧代谢平衡,保持膜结构完整,延缓果蔬衰老。

由图5可知,在贮藏期间,4组菜心的POD活

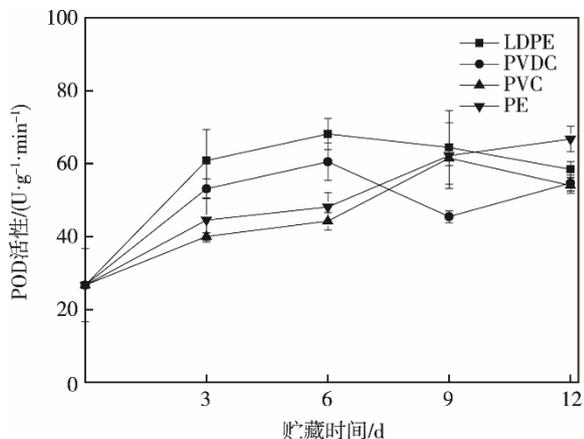


图5 薄膜包装对菜心POD活性的影响

Fig.5 Effects of packaging films on POD activity of flowering cabbage

性均显著高于贮藏前,可见包装处理有利于增强菜心的POD活性,与研究西兰花^[9]、芹菜^[19]和菠菜^[20]等的结果相似;随着贮藏时间的延长,PE组的POD活性一直呈上升趋势,而其他3组则先升后降。在贮藏0~6d时,4组菜心的POD活性均上升,LDPE和PVDC组显著高于其他2组,并于第6天达到峰值,与贮藏前相比,分别提高了155.5%和126.9%。在贮藏6~12d时,LDPE和PVDC组的POD活性呈下降趋势,PVC组于第9天达到峰值后下降。由此可见,在贮藏0~6d,LDPE和PVDC能有效延缓菜心的衰老;在贮藏6~12d时,LDPE和PE能持续延缓菜心的衰老进程。

2.6 薄膜包装对菜心PAL活性的影响

PAL是植物中催化苯丙烷类代谢途径的关键酶和限速酶^[21],参与木质素的合成和积累,增加细胞壁木质化程度;受抑制时木质素合成也受到抑制^[22]。

在贮藏期间,4组菜心的PAL活性整体呈下降趋势,见图6,说明进行包装处理有利于抑制菜心的PAL活性,在研究金针菇^[23]、竹笋^[24]等中得到了相似的结论。在贮藏0~6d时,PE组的PAL活性显著高于其他3组。在贮藏6~12d时,LDPE和PVC组的PAL活性先升后降,PE组的PAL活性先降后升,均呈小幅波动;PVDC组的PAL活性变化趋于平稳,并低于其他3组。

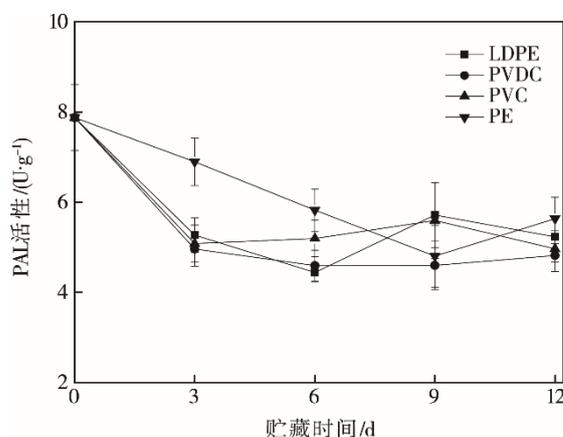


图6 薄膜包装对菜心PAL活性的影响

Fig.6 Effects of packaging films on PAL activity of flowering cabbage

3 结语

薄膜包装通过物理性隔离,改变了贮藏的微环境条件,可进一步调控果蔬采后的新陈代谢,最终影响果蔬内容物的变化及品质的改变,因此不同果蔬需要与之相适应的薄膜种类。菜心在采收后,使用薄膜包装不仅隔离了环境中的有害因子,而且有利于延缓衰老、提高其品质。通过综合分析,贮藏期间4组菜心

的各项指标,可得出菜心最适宜的包装薄膜为 LDPE, 其次为 PVC; 当菜心货架期 ≤ 6 d 时, 其综合品质最佳。文中研究还发现, 薄膜包装可抑制菜心叶绿素的降解和苯丙氨酸解氨酶活性, 究其机理, 还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 李露露. 不同贮藏温度和包装袋对菜心货架期品质的影响[D]. 广州: 华南农业大学, 2016: 1.
LI Lu-lu. Effects of Different Storage Temperature and Package on the Quality of Chinese Flowering Cabbage during Shelf-life[D]. Guangzhou: South China Agriculture University, 2016: 1.
- [2] 王惠惠, 王维民, 陈于陇, 等. DMDC 杀菌对鲜切菜心品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(13): 303—308.
WANG Hui-hui, WANG Wei-min, CHEN Yu-long, et al. Effect of Dimethyl Dicarbonate (DMDC) as Disinfectant on the Quality of Fresh-cut Flowering Cabbages[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(13): 303—308.
- [3] 司徒满泉, 范梅红, 汤梅, 等. 臭氧气体结合冷藏对采后菜心保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(1): 167—171.
SITU Man-quan, FAN Mei-hong, TANG Mei, et al. Influence of Ozone Gas with Cold Storage on Storage Effect of Post-harvest Chinese Flowering Cabbage[J]. Food Research and Development, 2018, 39(1): 167—171.
- [4] 陈羽白, 林海英, 赵华海, 等. 菜心真空预冷效果的试验研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(5): 161—165.
CHEN Yu-bai, LIN Hai-ying, ZHAO Hua-hai, et al. Effect of Vacuum Precooling for Flowering Chinese Cabbage[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(5): 161—165.
- [5] 王惠惠, 陈于陇, 徐玉娟, 等. 高氧气调包装对鲜切菜心品质的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(2): 161—169.
WANG Hui-hui, CHEN Yu-long, XU Yu-juan, et al. Effect of Super Atmospheric Oxygen Packaging on the Quality of Fresh-cut Flowering Cabbages[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(2): 161—169.
- [6] 刘军, 龚丽, 姜艳, 等. 壳聚糖茶多酚复合涂膜对菜心低温贮藏保鲜影响的研究[J]. 现代农业装备, 2017(2): 21—25.
LIU Jun, GONG Li, JIANG Yan, et al. Effect of Chitosan-polyphenols Composite Coating on Preservation Storage of Chinese Cabbage under Low Temperature[J]. Modern Agricultural Equipment, 2017(2): 21—25.
- [7] MANGARAJ S, GOSWAMI T K, MAHAJAN P V. Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: a Review[J]. Food Engineering Reviews, 2009, 1: 133—158.
- [8] LIANG Ma, MIN Zhang, BHESH B, et al. Recent Developments in Novel Shelf life Extension Technologies of Fresh-cut Fruits and Vegetables[J]. Trends in Food Science & Technology, 2017, 64: 23—38.
- [9] 陈学玲, 张莉会, 严守雷, 等. 包装材料对鲜切西兰花贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(13): 246—250.
CHEN Xue-ling, ZHANG Li-hui, YAN Shou-lei, et al. Effects of Packaging Materials on Storage Quality of Fresh-cut Broccoli[J]. Food Sciences, 2018, 39(13): 246—250.
- [10] 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, 2017: 32,101,154.
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2017: 32,101,154.
- [11] 李逸尘, 陈存坤, 贾凝, 等. 光照对采后蔬菜呼吸强度变化的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(4): 1915—1916.
LI Yi-chen, CHEN Cun-kun, JIA Ning, et al. Study on the Influence of Lightness on Respiration Rate of Post-harvest Vegetables[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(4): 1915—1916.
- [12] 胡毅楠, 邓罡, 全丽芳, 等. 云南鸡枞简约型冷链物流保鲜技术研发[J]. 现代食品, 2015(23): 52—57.
HU Yi-nan, DENG Gang, QUAN Li-fang, et al. Simple Cold Chain Logistics Preservation Technology Research of Termitophile in Yunnan Province[J]. Modern Food, 2015, 23: 52—57.
- [13] 于珂, 李文香. 不同通透性保鲜膜对香菇保鲜效果的影响[J]. 山东农业科学, 2017, 49(11): 142—145.
YU Ke, LI Wen-xiang. Effects of Different Permeability Films on Fresh-Keeping of Lentinusedodes[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2017, 49(11): 142—145.
- [14] 张淑杰, 胡婷婷, 刘红开, 等. 果蔬采后硬度变化研究进展[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(4): 141—146.
ZHANG Shu-jie, HU Ting-ting, LIU Hong-kai, et al. Research Progress on Firmness Change of Postharvest Fruits and Vegetables[J]. Storage and Process, 2018, 18(4): 141—146.
- [15] 孔祥佳, 郭仕鑫, 谢勇, 等. 不同包装材料对坛紫菜干品贮藏期间色素含量变化的影响[J]. 渔业研究, 2019, 41(4): 326—332.
KONG Xiang-jia, GUO Shi-xin, XIE Yong, et al. Effects of Different Packing Materials on Pigment Content of Porphyrahaitanensis during Storage[J]. Journal of Fisheries Research, 2019, 41(4): 326—332.
- [16] 周婧, 韩涛, 陈湘宁, 等. 不同包装材料对生菜采后生理及保鲜效果的影响[J]. 蔬菜, 2017(11): 61—66.
ZHOU Jing, HAN Tao, CHEN Xiang-ning, et al. The Influence of Different Packaging Materials on the Post-harvest Physiology and Fresh-keeping Effect of the

- Lettuce[J]. *Vegetables*, 2017(11): 61—66.
- [17] 袁园, 张岩, 杨会歌, 等. 抗菌薄膜包装材料对马铃薯贮藏品质的影响[J]. *包装工程*, 2018, 39(7): 72—79.
YUAN Yuan, ZHANG Yan, YANG Hui-ge, et al. Effect of Packaging Materials on Potato Storage Quality with Antibacterial Film[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(7): 72—79.
- [18] 梁芸志, 季丽丽, 陈存坤, 等. 不同保鲜膜处理对番茄常温货架品质的影响[J]. *现代食品科技*, 2018, 34(3): 137—143.
LIANG Yun-zhi, JI Li-li, CHEN Cun-kun, et al. Effects of Different Preservative Film Treatments on the Quality of Tomato during Shelf Life at Room Temperature[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2018, 34(3): 137—143.
- [19] 郭峰, 胡花丽, 吴朝霞, 等. 薄膜包装对鲜切芹菜抗氧化活性的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2015, 41(1): 257—262.
GUO Feng, HU Hua-li, WU Zhao-xia, et al. Influence of Film Packaging on the Anti-oxidation of Fresh-cut Celery[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2018, 39(11): 175—179.
- [20] 史君彦, 徐冬颖, 郑秋丽, 等. 不同保鲜袋包装对菠菜采后保鲜效果的影响[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(11): 175—179.
SHI Jun-yan, XU Dong-ying, ZHENG Qiu-li, et al. Effect of Different Preservative Bags on Postharvest Storage Quality of Spinach[J]. *Food Research and Development*, 2018, 39(11): 175—179.
- [21] 李娇洋, 杨帆, 包斌. 叶类蔬菜贮藏中品质变化评价指标及其分析方法的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(15): 334—339.
LI Jiao-yang, YANG Fan, BAO Bin. Advances in Evaluation Indices and Analysis Methods of Quality Changes in Leaf Vegetable during Storage[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(15): 334—339.
- [22] 高雪. 植物苯丙氨酸解氨酶研究进展[J]. *现代农业科技*, 2009(1): 30—33.
GAO Xue. Advances in Phenylalanine Ammonia Lyase in Plants[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2009(1): 30—33.
- [23] 李瑶. 1-MCP 处理结合聚丙烯保鲜盒包装调控金针菇品质劣变机制研究[D]. 重庆: 西南大学, 2018: 37.
LI Yao. Study on Mechanism of Quality Deterioration of Flammulina velutipes Regulated by 1-MCP Treatment Combined with Polypropylene Crisper[D]. Chongqing: Southwest University, 2018: 37.
- [24] 陈金凤, 贾澄军, 千春录, 等. 低密度聚乙烯袋保鲜竹笋的研究[J]. *中国食品学报*, 2010, 10(6): 132—137.
CHEN Jin-feng, JIA Cheng-jun, QIAN Chun-lu, et al. Studies on the Fresh-keeping of Bamboo Shoot with the Package of Low-Density Polyethylene Bag[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2010, 10(6): 132—137.