

保鲜袋对白菜贮藏保鲜效果的影响

王希卓, 孙洁, 张凯, 杨琴, 孙海亭* (农业部规划设计研究院,北京 100125)

摘要 [目的]研究不同包装形式的白菜品质在贮藏期间的变化规律。[方法]以青帮白菜为材料,采用无包装和保鲜袋2种方式对其进行包装处理,将经过处理的白菜单层有序摆放于自制的贮藏架上,通过对通风库内不同贮藏期白菜的生理品质指标进行测定,研究通风库中保鲜袋对贮藏白菜的保鲜效果。[结果]试验表明,经过保鲜袋包装处理能显著延缓白菜失重速率,降低V_C含量损失,有效抑制粗纤维含量的生成;但蛋白质含量一直处于较低水平;贮藏中后期,白菜腐烂严重。[结论]为白菜的贮藏保鲜、降低贮藏损失提供参考。

关键词 白菜;保鲜袋;保鲜;通风库贮藏
中图分类号 S634;S609+.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)27-0072-03

Effects of Freshness Protection Package on Storage and Preservation of Chinese Cabbage
WANG Xi-zhuo,SUN Jie,ZHANG Kai,SUN Hai-ting* et al (Chinese Academy of Agricultural Engineering,Beijing 100125)
Abstract [Objective] To research the change law of Chinese cabbage quality in different packaged forms during storage. [Method] With Chinese cabbage as the raw materials,two modes of no package and freshness protection package were carried out. The processed Chinese cabbage were stored on the self-made shelf with single-layer and well-ordered principle. Physical quality indicators of Chinese cabbage were detected in ventilated storage. The preservation effects of freshness protection package on the stored Chinese cabbage were researched. [Result] Treatment of freshness protection package significantly delayed the weight loss rate of Chinese cabbage,reduced the loss of V_C content,effectively restricted the generation of crude fiber content. However,protein content was still at a relatively low level. In the middle and late stages of storage,Chinese cabbage was badly decayed. [Conclusion] This research provides references for the storage and preservation of Chinese cabbage,and for the reduction of storage loss.
Key words Chinese cabbage; Freshness protection package; Freshness protection; Ventilated storage

白菜原产地为地中海沿岸地区 and 我国,现已广泛栽培,为我国东北及华北冬、春季主要蔬菜。2014 年我国白菜种植面积为 262.91 万 hm²,产量为 11 036.82 万 t,分别占我国蔬菜总产量和总种植面积的 12.28% 和 14.52%^[1],其种植面积和消费量居我国各类蔬菜之首。但白菜采后损失高达 30%~50%,为 3 311 万~5 518 万 t,农户贮藏损失甚至超过 50%,发达国家大白菜的采后损失远低于我国。

保鲜袋是一种安全无毒的蔬菜常用包装材料,多用于蔬菜的贮藏保鲜。刘扬等以青花菜、菠菜及黄瓜等为材料,研究了不同孔径保鲜袋的保鲜效果,结果表明 64 cm² 开 1 mm 小孔的保鲜袋适宜叶菜类蔬菜的保鲜^[2];钱炳俊等研究了不同直径微孔保鲜袋对茭白保鲜效果的影响,结果表明包装膜的微孔径大小对茭白的品质有一定的影响,且微孔保鲜膜不适用于茭白的长期保鲜^[3]。

笔者以强制通风贮藏库为贮藏设施,以无包装和保鲜袋包装 2 种方式,研究不同包装形式的白菜贮藏期品质的变化规律,为白菜的贮藏保鲜提供一定的数据支撑和技术保障。

1 材料与方法

1.1 材料 试验用白菜取自内蒙古乌兰察布市化德县二台村,挑选八成成熟、无病虫害和机械伤的青帮白菜,采收当天经适度晾晒(识别的方法是把菜直立,外叶垂耳不折,见图 1)后,进行贮藏试验。

保鲜袋,日照正荣塑料有限公司;抗坏血酸、草酸、二氯酚锭、碳酸氢钠、硫酸、氢氧化钠、乙醚、乙醇、硫酸铜、硫酸



图 1 白菜晾晒
Fig.1 Drying of Chinese cabbage

钾、硫酸铵、过氧化氢等药品,均为国产。
主要仪器设备:凯氏定氮仪,上海昕瑞仪器仪表有限公司;KQ-500DB 型数控超声波清洗器,昆山市超声有限公司;BD-11D 型海尔冰箱,青海海尔股份有限公司;农产品贮藏环境监控系统,北京融城互通股份有限公司;HH-6 六孔水浴锅,湖南力辰科技股份有限公司等。

1.2 方法

1.2.1 重量测定。将一定重量的无包装和保鲜袋包装的白菜分别置于农产品贮藏监控系统的称重台上,记录此时白菜的重量,每隔一定的时间,分别记录不同称重台上白菜的重量,重量减小值即为白菜重量的损失。损失率以最初白菜重量与每次测定白菜重量之差占最初白菜重量的百分比表示。

1.2.2 蛋白质含量测定^[4]。按照《食品中蛋白质的测定》GB 5009.5—2003 标准中蛋白质含量测定方法进行测定。

1.2.3 粗纤维含量测定^[5]。按照《植物类食品中粗纤维的

基金项目 国家重点研发计划项目(2016YFD04013)。
作者简介 王希卓(1983-),男,吉林锦州人,工程师,硕士,从事农产品产后贮藏与保鲜研究。*通讯作者,硕士,从事果蔬贮藏保鲜与商品化处理研究。
收稿日期 2016-07-20

测定》GB/T 5009.10—2003 标准中粗纤维含量测定方法进行测定。

1.2.4 V_c 含量测定^[6] 按照《水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚酚滴定法)》GB/T 6195—1986 标准中 V_c 含量测定方法进行测定。

1.2.5 腐烂率 当白菜腐烂叶片分别为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 片时,相应的腐烂等级依次为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

1.3 数据处理 试验采用 sigmaplot 12.5 进行数据图形处理。

2 结果与分析

2.1 白菜重量随贮期变化规律 由图 2 可知,白菜贮藏过程中,重量不断下降。无包装的白菜贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时,重量分别为 142.48、139.35、129.67、122.58、114.52 和 111.54 kg,贮藏 1~5、6~26、27~54、55~122 和 123~191 d 时平均每天的重量损失率依次为 0.44%、0.35%、0.20%、0.10% 和 0.04%。保鲜袋包装的白菜贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时,重量分别为 142.33、140.01、132.10、125.21、118.73 和 116.32 kg,贮藏 1~5 d、6~26 d、27~54 d、55~122 d 和 123~191 d 时平均每天的重量损失率依次为 0.33%、0.27%、0.19%、0.08% 和 0.03%。

白菜采收后重量损失主要源自自身呼吸作用和蒸腾作用,呼吸作用消耗部分水和有机物,生成二氧化碳、水和能量,其中部分能量供自身新陈代谢,大部分能量以热量的形式散发出来。呼吸作用随着贮藏环境温度降低而减弱,当环境温度达到白菜适宜的贮藏温度时,呼吸作用微弱,造成的水分损失很小;蒸腾作用主要受表面积比、表面组织结构、细胞的持水力和白菜成熟度等内部因素以及温度、湿度、气压、空气流动和光线等外部因素的影响。白菜贮藏前期,贮藏环境温度较高、湿度较低,为了排除贮藏环境过多的热量,引入外部冷空气和排出内部热空气的风机启动频繁,贮藏环境空气流速较快,使得呼吸作用和蒸腾作用较为旺盛,白菜重量损失较快;随着贮藏环境温度降低、湿度升高以及空气流速减缓,呼吸作用和蒸腾作用减弱,白菜重量损失速度变缓。保鲜袋包装的白菜因有保鲜袋的保护,使得水分散失速率低于无包装的白菜^[7-10]。

2.2 白菜蛋白质含量随贮期变化规律 由图 3 可知,2 种包装方式的白菜蛋白质含量在通风贮藏过程中均出现先降低后升高的趋势。无包装白菜在贮藏第 5 天时蛋白质含量降至 7.90 g/kg,在贮藏第 26、54、122 和 191 天,白菜蛋白质含量分别为 10.60、10.40、18.30、19.20 g/kg,呈现不断上升趋势。保鲜袋包装的白菜在贮藏第 5、26、54、122 和 191 天时,蛋白质含量分别为 10.10、9.10、9.40、11.60 和 13.40 g/kg。

白菜采收后新陈代谢旺盛,蛋白酶活性较高,将蛋白质降解为多肽及游离氨基酸,蛋白质含量下降速度较快,白菜重量损失严重,随着贮藏环境温度下降,细胞内多肽及游离氨基酸饱和,蛋白质降解速度降低,造成蛋白质含量在贮藏过程中出现不断上升的趋势。保鲜袋包装的白菜贮藏初期,贮藏环境温度较高,新陈代谢旺盛,因有保鲜袋保护,受贮藏

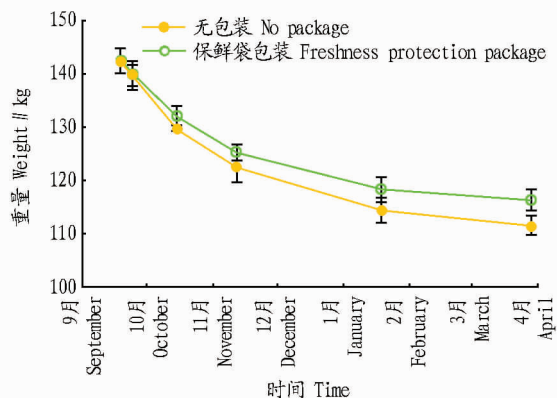


图2 白菜重量随贮期变化规律

Fig. 2 Change law of the weight of Chinese cabbage during storage period

环境空气流动情况影响较小,水分散失少,重量损失小,蛋白质含量相对于未包装的白菜低^[11-12]。

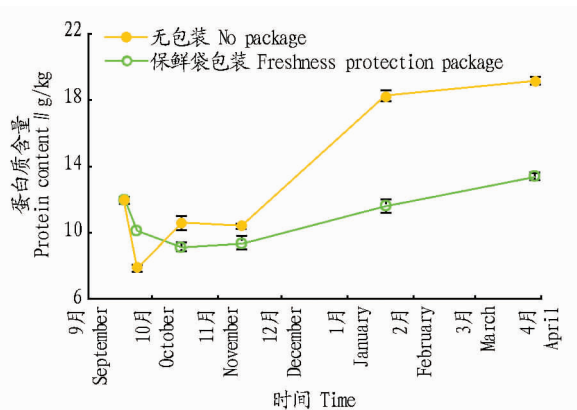


图3 白菜蛋白质含量随贮期变化规律

Fig. 3 Change law of the protein content of Chinese cabbage during storage period

2.3 白菜 V_c 含量随贮期变化规律 由图 4 可知,白菜通风贮藏过程中 V_c 含量呈现不断下降的趋势。无包装的白菜在贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时, V_c 含量分别为 482.00、339.00、265.20、235.60、197.00、178.30 mg/kg; 保鲜袋包装的白菜在贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时, V_c 含量分别为 482.00、400.00、328.30、274.50、233.60、217.10 mg/kg。

贮藏前期,贮藏环境温度较高,湿度较低,白菜新陈代谢旺盛, V_c 含量下降较快;贮藏中后期,贮藏环境温湿度趋于稳定,使得白菜处于适宜的贮藏环境中,白菜新陈代谢活动维持在较低的水平, V_c 含量下降速度减缓。采用保鲜袋包装的白菜,贮藏环境相对湿度较高,对白菜正常的生理活动起到一定的抑制作用,贮藏的白菜失水率低于未包装的白菜,进而减缓白菜 V_c 含量降低的速率^[13-15]。

2.4 白菜粗纤维含量随贮期变化规律 由图 5 可知,白菜在贮藏过程中粗纤维含量呈现不断上升的变化趋势。无包装的白菜在贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时,粗纤维的含量分别为 7.70、8.00、8.20、8.40、8.50、8.50 g/kg。保鲜袋包装的白菜在贮藏第 1、5、26、54、122 和 191 天时,粗纤维的含

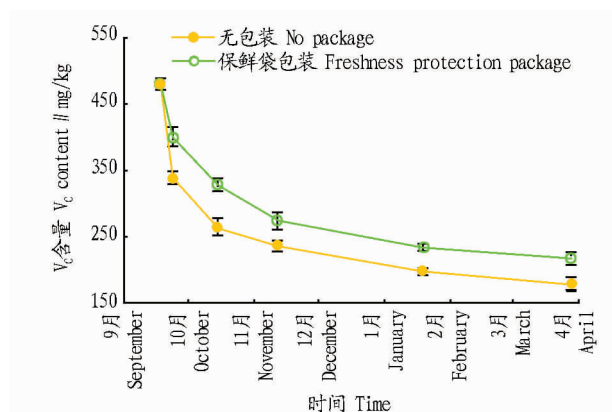


图4 白菜 V_c 含量随贮期变化规律

Fig. 4 Change law of the V_c content of Chinese cabbage during storage period

量分别为 7.70、7.80、8.00、8.20、8.30、8.40 g/kg。

白菜在贮藏过程中,叶片不断衰老。贮藏前期,呼吸作用旺盛,同时贮藏环境空气流速过快,使得白菜失水较为严重,叶片衰老速度加快,粗纤维含量增长迅速;贮藏中后期,贮藏环境温度较低,白菜呼吸作用等生理活动减弱,粗纤维含量增速减缓。保鲜袋包装的白菜因有保鲜袋保护,受贮藏环境空气流速影响较小,因呼吸作用和蒸腾作用造成的水分损失量小,粗纤维含量的增长量小于无包装的白菜^[16-18]。

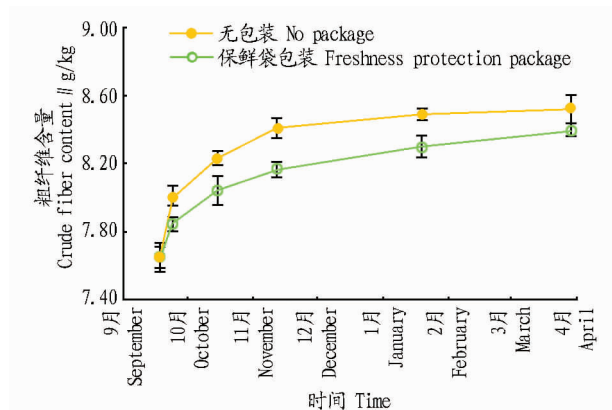


图5 白菜粗纤维含量随贮期变化规律

Fig. 5 Change law of the crude fiber content of Chinese cabbage during storage period

2.5 白菜腐烂率随贮期变化规律 由图6可知,2种包装形式的白菜随着贮藏期延长,白菜腐烂等级均呈现上升的趋势。无包装白菜在贮藏第1、5、26、54、122和191天时,白菜的腐烂等级分别为0、0、0、1、1、2;保鲜袋包装的白菜在贮藏第1、5、26、54、122和191天时,白菜的腐烂等级分别为0、0、0、2、5、7。

白菜喜凉爽湿润环境,采收的白菜水分含量较高,管理难度较大。贮藏前期,以失水和脱帮为主;贮藏中后期,以腐烂为主。无包装的白菜外表裸露在贮藏环境中,相对湿度较低,不符合微生物病原菌的快速繁殖生长条件,腐烂程度较轻;而保鲜袋包装的白菜,外表有保鲜袋保护,仅通过保鲜袋上的微孔与贮藏环境进行气体交换,贮藏中后期,贮藏环境

温湿度适宜白菜的贮藏,贮藏环境空气流速降低,保鲜袋中白菜因蒸发通过微孔散失的水分降低,保鲜袋中相对湿度远高于适宜贮藏的相对湿度,利于微生物病原菌的快速生长繁殖,腐烂程度加重^[19-20]。

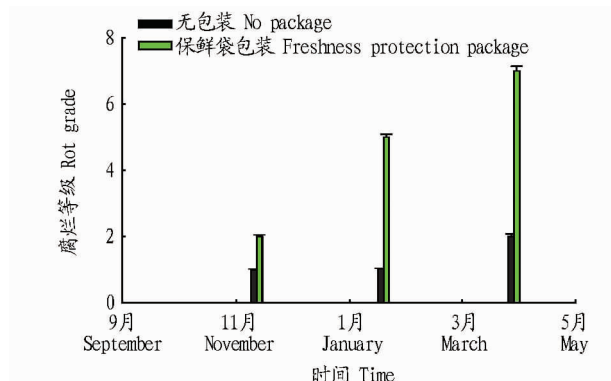


图6 白菜腐烂等级随贮期变化规律

Fig. 6 Change law of the rot grade of Chinese cabbage during storage period

3 结论

试验表明,白菜在整个贮藏过程中重量损失速率呈逐渐下降的趋势,相对于无包装的白菜,保鲜袋包装的白菜贮藏过程中失重率低于无包装的白菜;白菜在贮藏过程中 V_c 含量不断减少,低温和保鲜袋处理条件下的措施有利于 V_c 的保存;白菜在贮藏过程中粗纤维含量呈现不断上升的趋势,保鲜袋包装处理的白菜粗纤维含量上升速率明显低于无包装的白菜,有利于延缓白菜衰老;白菜贮藏过程中蛋白质含量呈先下降后上升的趋势,无包装白菜蛋白质含量下降、上升速率均大于保鲜袋处理的白菜,且贮藏中后期无包装白菜蛋白质含量高于保鲜袋包装的白菜;白菜贮藏前2个月,未发生腐烂现象,随着贮期延长白菜腐烂程度加重,且保鲜袋包装的白菜腐烂程度远高于无包装的白菜。因此,保鲜袋包装白菜的适宜贮藏期为2~3月。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. 中国农业年鉴[M]. 北京:中国农业出版社, 2015:214-218.
- [2] 刘扬,王乃鑫,陈春芳,等. 不同孔径有孔聚乙烯保鲜袋包装蔬菜的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2009, 30(1): 260-262.
- [3] 钱炳俊,邓云,陈骏,等. 不同直径微孔保鲜袋保鲜茭白效果研究[J]. 贮藏保鲜, 2011, 27(6): 215-219.
- [4] 卫生部食品卫生监督检验所. 食品中蛋白质的测定:GB/T 5009.5—2003[S]. 北京:中国标准出版社, 2003.
- [5] 卫生部食品卫生监督检验所. 植物类食品中粗纤维的测定:GB 5009.10—2003[S]. 北京:中国标准出版社, 2003.
- [6] 江苏省农科院综合实验室. 水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚靛酚滴定法):GB/T 6195—1986[S]. 北京:中国标准出版社, 1986.
- [7] 李富军,张新华. 果蔬采后生理与衰老控制[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2004:128-129.
- [8] 韩勇. 绿色蔬菜常温贮藏新技术探索研究[D]. 长春:吉林大学, 2007: 9-21.
- [9] 屈淑萍. 大白菜品质形状综合评价及配合力研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2000:15-22.
- [10] 田世平,罗云波,王贵禧. 园艺产品采后生物学基础[M]. 北京:科学出版社, 2011:124-136.
- [11] 徐杏连. 几种叶菜衰老过程蛋白质降解与蛋白酶活性变化及特性研究[D]. 北京:中国农业大学, 2004:52-54.

(下转第92页)

O_2^- ·清除能力较金针菇多糖、平菇多糖有所提高,说明复合多糖能够提高单一多糖 O_2^- ·清除能力。对金针菇:平菇各个组合进行 2 因素方差分析。金针菇:平菇 = 3:1 清除效果最好,无论在复配种类还是在浓度与功效之间都具有显著的差异性,金针菇:平菇在 3:1 条件下浓度、种类间的 F 值均大于 $F_{0.01}$,说明浓度、种类间对 O_2^- ·清除率的差异是显著的。从表 6 可以看出,金针菇:平菇 = 3:1 与单一多糖的清除率具有显著差异。经方差分析,可以将金针菇:平菇 = 3:1 的复配条件作为最优配比,在这个比例下复合多糖对 O_2^- ·清除的能力最强。

表 6 不同处理间对 O_2^- ·清除率的差异显著性检验

Table 6 The significance test of difference on the clearance rate of different treatments to O_2^- ·

处理 Treatment	平均清除率 Average clearance rate/%
金针菇、平菇复合(3:1)Compound	47.4 a
金针菇多糖 <i>Flammulina velutipes</i> polysaccharides	36.5 b
平菇多糖 <i>Pleurotus ostreatus</i> polysaccharides	11.6 b

注:表中同列不同小写字母表示处理间差异显著($\alpha=0.05$)

Note: Different lowercases in the same two indicated significant differences ($\alpha=0.05$) between treatments.

3 结论

3.1 多糖提取条件的优化 金针菇和平菇都有很厚的细胞壁,如果不直接用热水浸提效果有限,故使用超声波进行处理,既可以进行物理破壁又不会破坏多糖的生物活性。从试验结果可知,超声 30 min 比较理想,足以充分进行破壁处理。多糖在常温下虽然也可溶于水,但是消耗时间较长,且需要使用大量的溶剂,在进行醇沉的时候也会使乙醇的用量提升很多;而当溶剂温度过高的时候,则会破坏多糖的活性。由试验结果可知,90℃时,多糖提取率最高。

3.2 复合多糖对 $OH\cdot$ 的清除效果 $OH\cdot$ 是已知活性最高的氧化剂,对机体的破坏力很强。该研究采用体外化学模拟 $OH\cdot$ 体系检测复合多糖对 $OH\cdot$ 的直接清除机制。多糖链是大分子长链,在氢键的作用下当溶液中存在 2 种或者几种不同多糖的大分子长链时,会导致不同多糖链之间产生相容性,从而引起构象的改变,在这个过程中,多糖的 C-H 键快速与 $OH\cdot$ 发生反应而结合成水,大大减少了 $OH\cdot$ 自由基在体系中的量^[12]。通过对金针菇多糖和平菇多糖的不同比

例、不同浓度复配来研究复合多糖体外 $OH\cdot$ 清除能力。经过一定比例、浓度配伍后产生的复合多糖较之单一多糖 $OH\cdot$ 清除能力更强。而在此次研究中可以得出,金针菇与平菇多糖复配时,金针菇多糖中加入少许的平菇多糖即可表现出良好的正协同性和量效关系,即当金针菇多糖:平菇多糖 = 5:1 时能获得最大的 $OH\cdot$ 清除能力。

3.3 复合多糖对 O_2^- ·的清除效果 O_2^- ·属于活性氧的一种,也具有非常强的氧化性, O_2^- ·也属于对机体危害性很大的自由基。笔者研究金针菇多糖和平菇多糖不同浓度复配对体外 O_2^- ·的清除效果。经过一定比例、浓度配伍后产生的复合多糖较之单一多糖 O_2^- ·清除能力更强。而从该研究中可以得出,尤其在低浓度条件下时,金针菇与平菇多糖比例为 3:1 时能够达到比较优异的效果。

3.4 复合多糖的抗氧化性 综上所述,在一定比例和一定浓度下,复配多糖能够表现出很好的协同性,抗氧化性比单一多糖明显提高,说明复合多糖的某些生物活性要优于单一多糖,这为食用菌复合多糖的抗氧化活性研究奠定了基础。

参考文献

- [1] 暴增海. 食用菌栽培原理与技术[M]. 北京:中国标准出版社,2000.
- [2] XIA Z Q. Preparation of the oligosaccharides derived from *Flammulina velutipes* and their antioxidant activities[J]. Carbohydrate polymers, 2015, 118:41-43.
- [3] 李守勉,任清,李明,等. 金针菇多糖的提取及其美容功效评价[J]. 食用菌,2009,31(5):72-73.
- [4] YANG W J, FANG Y, LIANG J, et al. Optimization of ultrasonic extraction of *Flammulina velutipes* polysaccharides and evaluation of its acetylcholinesterase inhibitory activity[J]. Food research international, 2011, 44: 1269-1275.
- [5] WU X Z, GAO X D. The liver-protective and antitumor effects of extract from *Flammulina velutipes* in mice[J]. China Biochem Pharm, 2012, 23(4):176-178.
- [6] 王金玺. 平菇多糖分离纯化、结构表征与修饰及抗氧化性的研究[D]. 扬州:扬州大学,2013.
- [7] ZHANG Y X, LING D, KONG X W, et al. Characterization and in vitro antioxidant activities of polysaccharides from *Pleurotus ostreatus*[J]. International journal of biological macromolecules, 2012, 51:259-265.
- [8] XIA F G, FAN J H, ZHU M, et al. Antioxidant effect of a water-soluble proteoglycan isolated from fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus*[J]. Journal of the Taiwan institute of chemical engineers, 2011, 42:402-407.
- [9] 朱彩平,翟希川,张晓,等. 平菇多糖提取分离纯化及生物活性的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(6):359-364.
- [10] 肖建辉,蒋依辉. 食药两用真菌多糖研究进展[J]. 生命的化学, 2002, 22(2):148-151.
- [11] 周萍,安东,王朝川,等. 食用菌复合多糖的抗氧化活性研究[J]. 中国食用菌, 2011, 30(6):42-44.
- [12] 李俊丽,向长萍. 南瓜水溶性多糖提取及抗氧化性能的研究[J]. 湖北农业科学, 2006, 45(5):6111-6114.

(上接第 74 页)

- [12] 吴德惠,江洪,杨爽,等. 真空预冷和贮藏温度对有机杭白菜品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2013, 41(4):120-123.
- [13] 宋连军,赵秋燕,乔明武. 不同贮藏方式对白菜亚硝酸盐和 V_c 含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(36):12046-12047.
- [14] 钱和,蒋将,陈正行. 蔬菜中硝酸盐与亚硝酸盐的积累规律与控制方法[J]. 食品科技, 2007(1):64-67.
- [15] 柯维忠,罗春华,林国卫,等. 不同贮藏方式对蔬菜硝酸盐及 V_c 含量的影响[J]. 湖南农业科学, 2011(21):94-105.
- [16] POLDMA P, MOOR U, MERIVÉE A, et al. Effect of controlled atmosphere storage on storage life of onion and garlic cultivars [C]//IV International Conference Postharvest Unlimited 2011. Leuven worth:International Socie-

ty for Horticultural Science, 2012:63-69.

- [17] SCHREINER M C, PETERS P J, KRUMBEIN A B. Glucosinolates in mixed-packaged mini broccoli and mini cauliflower under modified atmosphere[J]. Journal of agriculture and food chemistry, 2006, 54(6):2218-2222.
- [18] ESCALONA V H, AGUAYO E, ARTÉS F. Extending the shelf life of Kohlrabi stems by modified atmosphere packaging[J]. Journal of food science, 2007, 72(5):308-313.
- [19] 敖静,黄雪梅,张昭其. 蔬菜气调贮藏保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(4):72-76.
- [20] 刘才宇,朱培蕾,赵桂云,等. 叶菜类蔬菜贮藏保鲜技术研究进展[J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(5):797-801.