

doi:10.11937/bfyy.20214098

ϵ -聚赖氨酸盐酸盐改性 PVA/LDPE 复合薄膜对砀山梨保鲜效果

范 飞, 陈玉鹏, 周 洁, 郭柯君, 李 娜, 蒲顺昌

(亳州学院 药食同源功能食品重点实验室, 安徽 亳州 236800)

摘 要:以 ϵ -聚赖氨酸盐酸盐(ϵ -PLLH)、柠檬酸与聚乙烯醇(PVA)为成膜物质,利用流延法制备改性 PVA/LDPE 复合薄膜,测定复合薄膜的性能,并研究不同改性复合聚乙烯薄膜对砀山梨保鲜效果的影响,以期改性 PVA/LDPE 复合薄膜在果蔬保鲜包装的应用提供参考依据。结果表明:不同含量的 ϵ -PLLH 改性聚乙烯复合薄膜对砀山梨均有一定的保鲜效果,其中 ϵ -PLLH 的质量分数为 2% 的薄膜具有较好的抑菌防霉性能,贮藏后该薄膜包装的鲜梨感官品质较好,能够显著延缓硬度、还原糖及维生素 C 含量的下降。说明 ϵ -PLLH 对鲜梨有一定的保鲜作用, ϵ -PLLH 质量分数为 2% 的包装薄膜的综合保鲜效果较好。

关键词: ϵ -聚赖氨酸盐酸盐;抑菌防霉;复合薄膜;砀山梨;保鲜

中图分类号:S 661.2 文献标识码:A 文章编号:1001-0009(2022)05-0097-07

安徽省的砀山酥梨种植面积可达 3.33 万 hm^2 ,连片面积之大堪称世界之最。因此,砀山酥梨年产量较大,约 40 万 t,鲜果贮藏量 15 万 t^[1-2]。该品种果肉质嫩,经后熟,具有柔软而甜、汁多等特点,销售全国各地,但其易软化,贮藏期较短,水分容易损失以及贮藏过程中受损会感染微生物,尤其霉菌导致梨腐烂变质,造成大量的经济损失^[3-5]。据调查,目前有较多筛选砀山酥

梨菌株及其采后传统保鲜的方法的研究^[6-8],而针对砀山梨采后包装保鲜技术的研究相对缺乏。

果蔬流通环节中,果蔬包装在防止微生物滋生、保证果蔬品质、延长果蔬货架期及减少果蔬安全隐患等方面发挥重要的作用^[9-10]。因此,研发在保证质量的同时能够延长砀山酥梨货架期的新型绿色功能型包装材料至关重要。聚乙烯醇(PVA)树脂是由聚醋酸乙烯酯水解制成的具有水溶性的极性高分子化合物^[11]。PVA 具有良好的透明性和韧性,对气体、水分以及油性物质的透过率极低,具有优良的阻隔性,因此在包装膜领域的运用越来越广泛^[12-13]。低密度聚乙烯(LDPE)是一种具有优异的力学性能、良好的耐热性和化学稳定性等特点的热塑性树脂,是在药品和食品包装材料及医疗器械等领域应用较广泛的包装软材料之一^[14-15]。

ϵ -聚赖氨酸盐酸盐(ϵ -polylysine hydrochloride, ϵ -PLLH)是从链霉菌属生产菌发酵代谢产物中,经分离提取获得的一类具有抗菌功效的多

第一作者简介:范飞(1990-),男,硕士,助教,现主要从事食品加工与储藏等研究工作。E-mail:1105046755@qq.com.

责任作者:蒲顺昌(1980-),男,博士,副教授,现主要从事应用微生物等研究工作。E-mail:511215487@qq.com.

基金项目:安徽高校自然科学基金资助项目(KJ2020A0767);食品加工技术学科团队资助项目(BYZ-XKTD201802);安徽省大学生创新创业计划训练资助项目(201912926036);亳州市重点研发计划(自筹经费)资助项目;亳州学院校级一般资助项目(BYR2018C14)。

收稿日期:2021-10-08

肽^[16]。ε-PLLH作为一种天然生物防腐剂,不仅具有广谱抑菌性,对霉菌、酵母菌、革兰氏菌均有良好的抑制作用,而且还具有耐高温、水溶性好、对人体无毒副作用等特点,2014年国家卫生和计划生育委员会已允许其作为食品添加剂使用,并在水果与蔬菜保鲜中广泛应用^[17-19]。目前,利用ε-PLLH和柠檬酸复配制备改性防霉薄膜及其对新鲜砀山梨进行保鲜的相关报道较少,该试验以ε-PLLH、柠檬酸/聚乙烯醇为原料,使用溶液流延法制得改性PVA/LDPE复合薄膜,并测试包装薄膜的保湿防霉性能;同时,在室温条件下,使用不同ε-PLLH添加量的复合薄膜对砀山梨进行包装,并进行保鲜效果的评定,以期改性PVA/LDPE复合薄膜在果蔬保鲜包装的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料:聚乙烯醇(PVA),食品级,桐鑫工程塑胶;ε-PLLH,柠檬酸,食品级,浙江东升生物科技有限公司;低密度聚乙烯薄膜(LDPE),温州盛企包装有限公司;新鲜砀山梨,选取成熟无病虫害、颜色相近、大小一致的新鲜果蔬,市售。

供试试剂:硫酸铜、亚甲基蓝、草酸、维生素C、2,6-二氯酚靛酚,国药集团化学试剂有限公司;酒石酸钾钠、亚铁氰化钾、葡萄糖,西陇化工股份有限公司。

供试仪器:PAL-1型手持式折光仪,广州市铭睿电子科技有限公司;Universal TA型质构仪,上海腾拔仪器科技有限公司;TB-390型真空充气包装机,上海佳河包装机械有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 复合薄膜试样制备

LDPE薄膜预处理:将LDPE薄膜置于去离子水、丙酮、无水乙醇超声清洗15 min,60℃下干燥备用。

PVA涂膜的配制:配制固体质量分数为12%的PVA溶胶,在温度为60℃、转速为30 r·min⁻¹条件下恒温溶胀1 h,向烧杯中依次加入质量分数为2%柠檬酸颗粒和1%的甘油,恒

温搅拌1 h后,再分别加入质量分数为0%、1%、2%、3%、4%的ε-PLLH粉末,在相同转速下加热至95℃后恒温搅拌3 h制得ε-PLLH/改性PVA母液^[20]。所得ε-PLLH/改性PVA母液在-0.1 MPa下脱气1 h。最后加入聚乙烯亚胺提高PVA溶胶的黏合强度。

涂布制备复合薄膜:将添加ε-PLLH质量分数为0%、1%、2%、3%、4%的改性PVA溶胶利用涂布器在LDPE薄膜上均匀涂膜,制备改性复合薄膜组别编号分别为A(对照)、B、C、D、E,放入鼓风干燥箱中鼓风干燥20 min后取出,并做标记与记录。

1.3 项目测定

1.3.1 复合膜的性能测定

厚度:分别在每个薄膜上选取10个测量点,测定薄膜的厚度并取平均值。

复合膜的吸湿性能测定:将不同质量分数的ε-PLLH复合薄膜置于60℃的烘箱中烘至质量不变,各称取烘干的改性PVA/LDPE复合薄膜2 g(精确称量至0.001 g),迅速放置于环境相对湿度为50%、温度为25℃的恒温恒湿箱中,每隔2 h测1次,直至质量不再变化^[21]。

复合膜的抑菌性能测定:参考潘小军等^[22]无菌滤纸片制备的方法进行修改,用打孔器制作直径为10 mm的膜片,紫外杀菌30 min后备用。用移液管吸取0.1 mL浓度约为10⁵ cfu·mL⁻¹的试验菌培养物,置于TSA平板上,用涂抹棒涂抹均匀。用无菌镊子将无菌膜片贴在带菌平板上,35℃培养24~48 h,试验重复3次,结果取平均值。

1.3.2 新鲜梨的指标测定

鲜梨的包装工艺流程:原料→筛选→清洗→包装→贮藏。首先筛选大小一致,颜色鲜艳、较为新鲜的同一批次砀山梨,随机分为5组,每组8个鲜梨。然后将新鲜砀山梨用流动蒸馏水清洗干净,沥干水分并迅速称量质量,每组鲜梨分别装入5种类型A、B、C、D与E改性复合LDPE薄膜制成包装袋(20 cm×15 cm)并标记,常温贮藏(温度为20~25℃,相对湿度为65%~75%),每隔15 d对贮藏鲜梨的指标进行测定与记录。

感官评定:复合膜的保鲜效果可从所包装水

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory scoring standards

指标 Indexes	感官评分 Sensory score		
	7~10	4~7	0~4
色泽 Color	表面有光泽,果梗绿色	表面光泽较暗,果梗干萎	表面暗淡,果梗脱落
气味及质地 Smell and texture	香梨浓香、质地较硬	香梨味较浅,质地稍软	出现腐败酸味,果皮软塌
表面状态 Surface condition	表面光滑,无黑斑,无腐烂	表面有皱缩现象,有部分黑点和霉点	表面大面积腐烂并发霉,溢出浑浊水分

果的新鲜程度来判定,选择大小一致,颜色鲜艳、较为新鲜的砀山梨,随着贮藏时间的延长,对不同复合膜包装的砀山梨的色泽、组织状态、发霉情况等分别进行感官评定,具体评定指标见表 1,评定小组由食品科学与工程专业 8 名学生组成,均具备食品感官评定专业技能,每位评定人员对同一样品的 3 项进行评分,每次以 3 项评分之和的 1/3 作为感官评定的综合评分^[23]。

失重率:采用称重法,分别记录每组平行包装砀山梨在贮藏前、后总质量的变化,公式如下:

$$\text{失重率}(\%) = (M_0 - M_1)/M_0 \times 100。$$

式中: M_0 为样品初始质量, g; M_1 为取样当天质量, g。

硬度:采用 Universal TA 型质构仪,应用单次循环模式,探头为直径 2 mm 柱形探头(P/2),测试速度为 $1\text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$,测试后速度为 $1\text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$,目标距离为 8 mm,触发力为 8 g。每个梨硬度测定为 3 个点,记录数据并求平均值。

维生素 C (Vitamin C) 含量的测定采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[24];还原糖含量的测定采用费林试剂热滴定法^[25];菌落总数的测定参考 GB/T4789. 2-2010《食品微生物学检验菌落总数测定》,对包装袋包装后的鲜砀山梨在相同时间间隔的菌落总数进行鉴定,以此来分析不同薄膜对鲜水果抑菌保鲜效果^[26]。

1. 4 数据分析

利用 Excel 2010 软件对试验数据进行整理与分析,使用 Origin 8. 5 软件进行绘图。

2 结果与分析

2. 1 改性 PVA/LDPE 薄膜的性能

2. 1. 1 改性 PVA/LDPE 薄膜的吸湿性能

由图 1 可知,与对照 LDPE 薄膜相比,涂覆

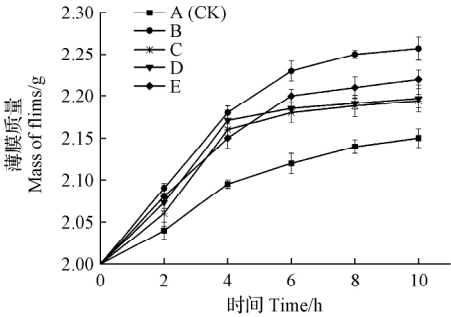


图 1 不同含量 ϵ -PLLH 对薄膜吸湿性能的影响

Fig. 1 Effects of different content of ϵ -PLLH on the moisture absorption performance of the films

PVA 膜液的改性 LDPE 薄膜的吸湿性显著提高 ($P < 0. 05$),质量分数为 1% 薄膜平衡时最大膜质量可达 2. 257 g,这与 PVA 自身含有大量羟基的吸水性有关。随着添加剂 ϵ -PLLH 的增加,改性薄膜的平衡含水量有所减少。当 ϵ -PLLH 的含量分别为 2%、3%、4% 时,改性 LDPE 薄膜的质量分别为 2. 194、2. 197 g 和 2. 220 g,且质量分数为 2% 和 3% 的薄膜达到平衡水分含量较早,这可能由于恰当添加剂能很好的相溶于聚乙烯醇分子,增加分子致密性而使含水率降低。

2. 1. 2 改性 PVA/LDPE 薄膜的抑菌性能

从表 2 可以看出,只含有柠檬酸的对照薄膜具有一定的抑菌效果,随着改性剂 ϵ -PLLH 的增加,抑菌圈均有明显增加的趋势,质量分数为 4% 时,改性薄膜的金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和霉菌抑菌圈分别为 13. 69、13. 95、14. 35 mm,说明 ϵ -PLLH 对革兰氏阳性菌与革兰氏阴性菌都有一定的抑制作用,且高含量的 ϵ -PLLH 对霉菌的抑菌效果更好,更易破坏霉菌细胞膜的结构。

表2 不同含量 ϵ -PLLH 对薄膜抑菌性能的影响Table 2 Effects of different ϵ -PLLH contents on the antibacterial performance of the films

组别 Groups	抑菌圈直径 Inhibition zone diameter/mm		
	金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	霉菌
A (CK)	10.53±0.344	10.74±0.815	10.45±0.567
B	11.35±0.358	11.67±0.531	11.56±0.876
C	12.17±0.761	12.84±0.436	12.47±0.458
D	13.32±0.386	13.58±0.784	13.74±0.746
E	13.69±0.217	13.95±0.840	14.35±0.577

2.2 改性 PVA/LDPE 薄膜对砀山梨的保鲜效果

2.2.1 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对包装鲜梨感官评定的影响

外观是消费者决定是否购买的重要因素,通过鲜梨的色泽、质地与气味等方面的变化来综合评估鲜梨的品质。从图2可以看出,鲜梨的感官评分随着贮藏时间的延长逐渐降低,对照的鲜梨品质下降较快,贮藏时间为60 d时,鲜梨表面大部分腐烂并发霉。与对照相比,薄膜中添加剂质量分数为2%和3%的包装效果较好,贮藏时间超过30 d后品质开始下降,而45 d以后鲜梨的品质下降较快。由于对照薄膜的抑菌效果较差,并且鲜梨的呼吸作用导致其品质下降较快,而改性后的薄膜能够有效保持鲜梨的品质。

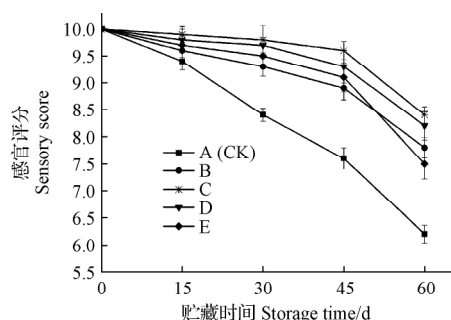


图2 不同包装薄膜对鲜梨感官的影响

Fig. 2 Effects of different packaging films on the sensory of fresh pears

2.2.2 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对包装鲜梨失重率的影响

鲜梨在贮藏过程中,失重率是评定鲜梨感官一项重要指标,失重率的变化是由于水分蒸发,导致鲜梨失水。由图3可知,不同包装袋包装鲜梨

的失重率变化情况,随着贮藏时间的增加,所有鲜梨的失重率均有上升的趋势。在0~15 d的贮藏时间内,5种薄膜包装鲜梨的失重率相差不大;在15~60 d时间内,对照变化最大,第60天鲜梨的失重率为7.15%,添加剂为1%和4%的薄膜包装鲜梨变化次之。在贮藏45 d时,对照中鲜梨腐烂且表明干瘪,而改性剂为2%、3%的薄膜包装的鲜梨表面有色泽且湿度适中。可能由于改性的包装薄膜具有一定的吸湿性能,维持包装袋内水分平衡,减少鲜梨的水分流失,改性的聚乙烯薄膜具有较好的保鲜效果。

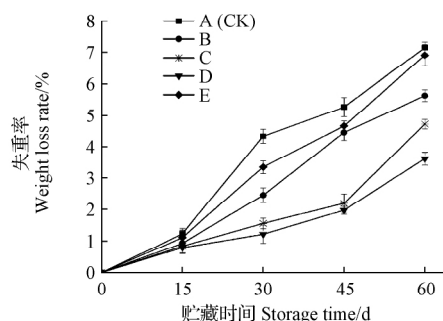


图3 不同包装薄膜对鲜梨失重率的影响

Fig. 3 Effects of different packaging films on the weight loss rate of fresh pears

2.2.3 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对包装鲜梨硬度的影响

鲜梨的硬度是衡量采收梨生理变化的重要指标之一。从图4可以看出,包装鲜梨的硬度在60 d的贮藏期内均有逐渐下降的趋势。与对照相比,2%的薄膜包装能够明显延缓梨硬度下降,第60天的硬度为 $2.09 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$,鲜梨的硬度与对照相比提高 $0.33 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。这是由于改性薄

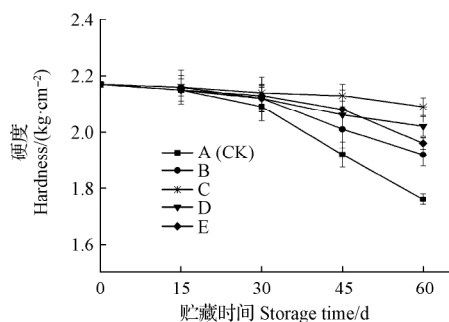


图4 不同包装薄膜对鲜梨多硬度的影响

Fig. 4 Effects of different packaging films on the hardness of fresh pears

膜抑菌效果及包装袋中气体成分的变化抑制呼吸作用,从而延缓果实硬度的下降^[27]。

2.2.4 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对鲜梨还原糖含量的影响

由图 5 可知,添加剂 ϵ -PLLH 含量为 2% 和 3% 的薄膜的包装与其它薄膜相比,鲜梨的还原糖含量变化较小,由于贮藏前期果实中糖类生成低分子糖的速度与呼吸代谢相当,使鲜梨中还原糖的变化幅度较小。随着贮藏时间增加,45 d 以后鲜梨还原糖的含量下降较快,60 d 后测定 2% 薄膜还原糖已下降 19.62%,对照下降率为 65.42%。还原糖后期下降的原因可能由于呼吸量明显增加,可溶性糖大量消耗,同时微生物的生长也消耗一部分还原糖。

2.2.5 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对鲜梨维生素 C 含量的影响

由图 6 可知,不同包装的鲜梨中维生素 C 含

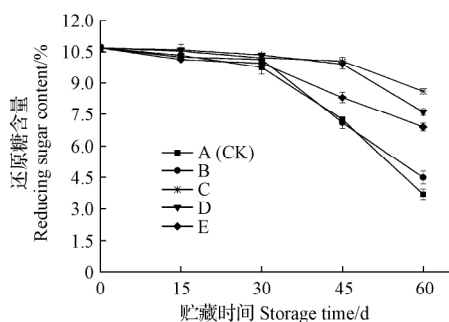


图5 不同包装薄膜对鲜梨还原糖含量的影响

Fig. 5 Effects of different packaging films on reducing sugar content of fresh pears

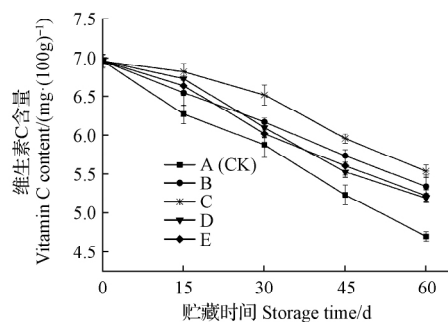


图6 不同包装薄膜对鲜梨维生素 C 含量的影响

Fig. 6 Effects of different packaging films on vitamin C content of fresh pears

量呈现下降的趋势,改性聚乙烯薄膜包装的鲜梨均明显高于对照,而鲜梨贮藏至 60 d 时,对照的含量由原来的 $6.96 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ 降至 $4.70 \text{ mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ 。贮藏天数为 15 d 时,改性剂添加量为 2% 的薄膜包装鲜梨的维生素 C 仅下降 2.01%;贮藏天数为 45 d 时,维生素 C 含量下降明显较快,可能是由于后期果实膜系统受损,果皮腐败后使果肉中维生素 C 外漏而加速降低。鲜梨中维生素 C 含量的变化表明改性聚乙烯薄膜可减缓维生素 C 的损失,这可能是由于改性薄膜的物理性能改变包装内环境的空气成分,抑制鲜梨的生理作用所导致下降较慢。

2.2.6 不同改性 PVA/LDPE 复合薄膜对包装鲜梨菌落总数的影响

由图 7 可知,随着贮藏天数的增加,鲜梨的菌落总数均有上升的趋势,对照包装鲜梨的菌落总数都要高于试验组。随着贮藏天数的增加,添加

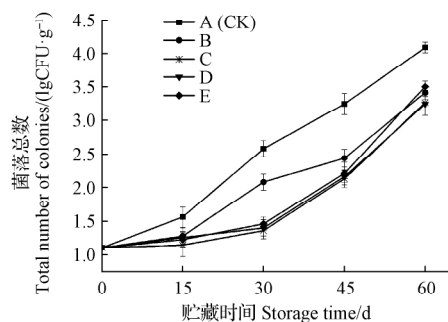


图7 不同包装薄膜对鲜梨菌落总数的影响

Fig. 7 Effects of different packaging films on the total number of colonies in fresh pears

ϵ -PLLH 含量为 2%、3%、4% 的薄膜的保鲜效果较好,第 30 天测定的菌落总数分别为 1.361、1.41、1.461 lgCFU $\cdot$ g⁻¹,而对照鲜梨在 35 d 左右出现梨表面腐烂,内部组织外漏,由于滋生微生物的大量生长导致对照腐烂较快,而恰当的 ϵ -PLLH 与柠檬酸的比值有利于协同作用,提高改性薄膜的抑菌性能。

3 讨论与结论

通过与未添加改性剂 ϵ -PLLH 的包装薄膜对比,研究不同改性 PVA/LDPE 薄膜的性能及对新鲜砀山梨的保鲜效果。通过相关性测定结果分析,得出以下结论:

1)不同质量分数的 ϵ -PLLH 对制备的复合薄膜性能有一定影响,添加改性剂 ϵ -PLLH 的复合薄膜比对照的吸湿性高,且提高了薄膜的抑菌效果。

2)在贮藏期间,改性薄膜包装的鲜梨失重率更小,在 0~15 d 时间内,不同薄膜的包装的鲜梨失水率相差不大,而 15~45 d 时间内只有 2% 和 3% 的薄膜包装的鲜梨湿度损失较少;在贮藏 45 d 时, ϵ -PLLH 的质量分数为 2% 和 3% 包装的鲜梨还原糖和硬度降低较慢,减缓维生素 C 的损失;与对照相比,不同的包装改性 PVA/LDPE 薄膜包装的鲜梨的菌落数总数均低。

总体上看,改性 PVA/LDPE 薄膜能够有效保持砀山梨的口感、保持了较高的硬度,而且改性包装袋可以抑制微生物的生长,维持鲜梨的含水量,延缓鲜梨的新陈代谢,减缓较多营养物质的损失,因而表现出更好的保鲜效果。

参考文献

- [1] 胡月英.砀山酥梨品牌发展研究[J].安徽科技学院学报,2014,28(5):80-84.
- [2] 张延斌,常纪苹,朱世友.砀山酥梨品牌竞争力分析[J].中国果树,2021(8):91-95.
- [3] WANG X L, TENG J, ZHOU Z, et al. Analysis on the influencing factors of transformation of green logistics industry of Dangshan pear based on ISM[J]. Canadian Social Science, 2018, 14(4):55-63.
- [4] ZHANG D Y. Fast prediction of sugar content in Dangshan pear (*Pyrus* spp.) using hyperspectral imagery data[J]. Food

Analytical Methods, 2018, 11(8):2336-2345.

- [5] 陈迪新,赵梁怡,杨英军,等.银杏叶提取液结合异抗坏血酸钠对鲜切砀山梨贮藏品质的影响[J].食品科学,2017,38(11):243-248.
- [6] 郭志华,段腾飞,江翠翠,等.拮抗砀山梨炭疽菌的内生菌筛选及抑菌效果分析[J].食品科学,2018,39(12):185-190.
- [7] 李洪涛,张静文,盛强,等.我国 20 个梨品种(种质)对国外梨火疫病病菌的抗病性评价[J].果树学报,2019,36(5):629-637.
- [8] 胡源然,陈迪新,胡利红,等.EDTA-2Na 溶液处理对 3 种梨的鲜切保鲜效果[J].食品与发酵工业,2019,45(21):155-160.
- [9] TAO X Q, WANG M L. Study on the optimal composition of chitosan/Nano-TiO₂ composite film and its application in the preservation of Jinqiu pear[J]. Agricultural Biotechnology, 2015, 4(3):20-23, 26.
- [10] 徐凌,张广燕,李晗,等.不同厚度 PE 保鲜膜包装对‘早金酥’梨果实品质和贮藏性的影响[J].中国果树,2020(4):41-44.
- [11] 魏风军,刘瑞超.可生物降解 PVA 膜及其复合改性研究进展[J].今日印刷,2020,321(6):61-63.
- [12] 杨福馨,王金鑫,石秋霞,等.柚皮浆/聚乙烯醇保鲜膜的制备及其在鱼品防霉包装中的应用[J].包装学报,2017,9(2):50-55.
- [13] 徐梓轩,丁姣,周向阳,等.柠檬酸改性淀粉/PVA 薄膜的制备及其对芒果保鲜的研究[J].仲恺农业工程学院学报,2019,32(1):6.
- [14] 贺林涛,张爽,钟培金,等.木粉改性对木粉/聚乙烯复合薄膜性能的影响[J].广州化学,2020,45(6):41-46.
- [15] 隋昆,李享瑶,王忠卫,等.绿茶叶渣提取物对聚乙烯性能影响[J].工程塑料应用,2021,49(7):137-143.
- [16] 李秋莹,张东栋,王司雯,等.溶菌酶与 ϵ -聚赖氨酸盐酸盐复合涂膜的制备及性能分析[J].食品科学,2019,40(19):7.
- [17] 张攀先,叶盛德,周斌. ϵ -聚赖氨酸盐酸盐在水果贮藏保鲜中的应用[N].中国食品报,2016-05-23(6).
- [18] 史文艳,孙震. ϵ -聚赖氨酸盐酸盐与 Nisin 对蜡状芽孢杆菌的协同作用及机理[J].食品与机械,2019,35(3):21-25,109.
- [19] 樊敏,唐紫薇,李立. ϵ -聚赖氨酸盐酸盐/壳聚糖复合涂膜对樱桃的保鲜效果[J].包装工程,2020,41(9):29-35.
- [20] 张勇,杨福馨,户帅锋,等.防霉聚乙烯醇改性薄膜的制备及性能[J].包装工程,2016,37(5):35-38.
- [21] CHEN C W, XIE J, YANG F X, et al. Development of moisture-absorbing and antioxidant active packaging film based on poly(vinyl alcohol) incorporated with green tea extract and its effect on the quality of dried eel[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2017, 42(1):e13374.
- [22] 潘小军,黄雯.植物提取物对食源性致病菌的抑菌作用研究[J].食品科技,2019,44(12):278-283.
- [23] 丁华,王建清,王玉峰,等.不同气体比例对草莓气调包装保鲜效果的影响[J].包装与食品机械,2016,34(3):15-19,55.
- [24] 李俊,张冬梅,陈钧辉.生物化学实验[M].北京:科学出版

社,2020.

[25] BABU K D, SINGH N V, RAM C, et al. Effect of surface coating with lac based formulations on postharvest quality of pomegranate (*Punka grantum* L.) fruits[J]. International Journal of Tropical Agriculture, 2014, 32(3/4): 835-839.

[26] 中华人民共和国卫生部. 食品微生物学检验菌落总数测定: GB4789. 2-2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

[27] 张志敏, 侯发民, 李建新, 等. 1-MCP 和 UV-C 复合处理对刺梨果实保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2020, 45(6): 31-38.

Fresh-keeping Effect of ϵ -Polylysine Hydrochloride Modified PVA/LDPE Composite Film on Dangshan Pears

FAN Fei, CHEN Yupeng, ZHOU Jie, GUO Kejun, LI Na, PU Shunchang

(Key Laboratory of Functional Food of Medicine and Food, Bozhou University, Bozhou, Anhui 236800)

Abstract: Taking ϵ -polylysine hydrochloride (ϵ -PLLH), citric acid and polyvinyl alcohol as film-forming materials, the modified PVA/LDPE composite films were prepared by the casting method. The properties of the composite films were measured, and the effects of different modified composite polyethylene films on the preservation of Dangshan pears were studied, in order to provide reference for the application of PAN/LDP composite film in fruit and vegetable fresh-keeping packaging. The results showed that different content of ϵ -PLLH modified polyethylene composite film had a certain preservation effect on Dangshan pears, in which the film with 2% ϵ -PLLH had good antibacterial properties. After storage, the sensory quality of the packaged fresh pears were good, which could significantly delay the decline of hardness, reducing sugar and vitamin C content. It indicated that ϵ -PLLH had a certain preservation effect on fresh pears, and the comprehensive preservation effect of film packaging with content of 2% ϵ -PLLH was better.

Keywords: ϵ -polylysine hydrochloride; antibacterial and antifungal; composite film; Dangshan pears; preservation

本 刊 声 明

本刊最近接到部分作者反映,有冒充与本刊合作的网站骗取作者版面费的情况,为避免作者上当受骗,本刊郑重声明:本刊只接收网上投稿(投稿系统:www.haasep.cn);编辑部电话:0451-51522860;咨询邮箱:bfiybjb@vip.163.com;本刊不以个人账号接收作者版面费。

《北方园艺》编辑部