

可食性被膜研究进展及在园艺产品中的应用^{*}

彭丽桃¹, 蒋跃明^{1*}, 杨书珍², 李月标¹, 屈红霞¹, 林文彬¹

(1 中国科学院 华南植物研究所 广州 510650; 2 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 综述了可食性被膜的类型、特点及其防腐保鲜机理等方面的研究进展, 并对被膜在园艺产品中的应用及存在的问题进行了讨论。

[关键词] 可食性被膜; 果蔬贮藏; 鲜切产品; 果蔬保鲜

[中图分类号] S609⁺. 3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)01-0167-05

可食性被膜是一系列可以为人们食用的化合物, 如多糖、蛋白、油脂的成膜物质^[1, 2]。它们应用在完整或鲜切果蔬上, 可以增强或者替代自然表皮细胞层的某些功能, 如能减少产品的失水、限制果蔬产品的气体交换、减少风味物质的挥发和香气的损失。同时可食性被膜还有改善产品结构, 美化产品外观的效果。因此, 可食性被膜在食品工业, 尤其在果蔬及鲜切果蔬产品的保鲜方面有广阔的应用前景^[2, 3]。近年来, 国际食品科学界正掀起可食性被膜研究的高潮。

1 可食性被膜的类型和特点

可食性被膜的成膜物质通常由多糖、蛋白、油脂/树脂3种主要类型化合物的一种或几种构成。在这些成膜物质中加入一些辅助成分可以改善被膜的功能特性。加入一些可塑剂如多羟基醇、蜡、油等可以增加被膜的柔韧性和延展性^[4]; 加入表面活性剂和乳化剂可以降低产品水分活性, 减少水分损失^[5]; 加入释放剂和润滑剂如矿物油、聚乙二醇、硅树脂等可以阻止产品之间相互粘结。下面就这几种类型的被膜分别加以叙述。

1.1 油脂被膜

油脂类被膜主要由蜡和油构成。主要有石蜡、蜂蜡、巴西棕榈蜡、矿物油、植物油、乙酰化单酰基甘油酯、硬脂酸、月桂酸、脂肪酸糖酯。这种类型的被膜对阻止产品的水汽散失极为有效。在被膜中加入树脂如紫胶、松香、香豆酮树脂后能改善被膜的透水性,

有利于果蔬及其鲜切产品的保鲜^[6, 7]。目前, 这种类型的被膜被广泛应用于完整的果蔬上。但这类被膜有如下缺点: (1) 透气性较低, 在较高温度条件下容易造成鲜活产品的无氧呼吸^[8]; (2) 被膜不能与亲水果蔬表面很好地结合, 易造成被膜的不均匀而失去保鲜作用; 此外, 由于有些被膜原料来源于动物产品, 因此在应用上受到一定的限制。在上述的被膜组分中, 蜂蜡、乙酰化单酰基甘油酯、硬脂酸、月桂酸和脂肪酸糖酯已经应用在鲜切产品的被膜中^[9, 10]。

1.2 多糖被膜

多糖类被膜主要有纤维素、果胶、淀粉、藻酸盐、壳聚糖、角叉藻聚糖、树胶等。多糖类的被膜通常对气体具有良好的阻隔性, 在果蔬的切割表面能形成均匀的被膜。不足之处是这类被膜对水蒸汽的阻隔能力较差, 不能有效保持果蔬及其鲜切产品中的水分。多糖类被膜中, 纤维素和壳聚糖类被膜在延长龙眼、荔枝、鲜切果蔬的货架期方面显示了良好的应用前景^[11~15]。

1.3 蛋白被膜

许多蛋白如酪蛋白、明胶、豆蛋白、玉米蛋白、卵蛋白等具有良好的成膜特性, 而且被膜与果蔬的亲水面结合紧密, 一些蛋白被膜还能改善某些果蔬及加工品的品质。蛋白基质被膜有很好的阻氧性^[16~18], 但不能有效阻止水汽的扩散, 需要添加油脂类组分来降低透水率。此外, 动物来源的蛋白被膜产品要考虑宗教信仰和素食者因素。目前蛋白成膜剂的主要组分是酪蛋白和豆蛋白^[19]。

* [收稿日期] 2002-01-17

[基金项目] 瑞典国际科学基金项目(E/2265-3F); 广东省自然科学基金资助项目(000979, 021520)

[作者简介] 彭丽桃(1974-), 男, 湖南常德人, 在读博士, 主要从事果蔬采后生理及保鲜研究。

* 通讯作者: 蒋跃明(1963-), 男, 浙江兰溪人, 研究员, 博士生导师, 主要从事热带亚热带水果和蔬菜保鲜技术研究。已发表论文100多篇, 其中有25篇被SCI收录。E-mail: ymjiang@scib.ac.cn

1.4 复合型被膜

由于每种类型的被膜有不同的优缺点,不能很好地满足生产上的需要。研究人员将不同类型的被膜混合,以改善被膜的性能。复合被膜可以是双层被膜或者不同组分被膜混合成膜。利用不同组分的成膜物质及辅助成分混合成膜,改善气体通透性(对 O_2 和 CO_2 有不同的通透性)、成膜均一性和水蒸汽的通透性,从而获得质量优良、使用方便、保鲜效果良好的被膜剂是开发商研制应用的主流^[1~2]。高分子的脂肪酸加热后与壳多糖混合成膜,这种膜对水的通透性取决于脂肪酸链的亲水性强弱;月桂酸和壳多糖相互作用能形成特定的膜结构,可提高被膜的抗水溶性^[20]。这种类型的复合被膜主要是改变了膜的亲水性,而对产品气体交换的影响较小,不影响完整果蔬或加工品的正常呼吸代谢。

2 可食性被膜的防腐保鲜原理

2.1 气调作用

理想的被膜应能够延缓香气组分和水气的损失,限制产品与外界 O_2 和 CO_2 的气体交换,从而形成微型的自发气调环境。这种自发气调降低了呼吸和乙烯释放速率,从而抑制乙烯的作用^[21]。果实表层的蜡降低 O_2 和 CO_2 的通透性,造成果实内部高 CO_2 低 O_2 环境,被膜可以加强这一效应^[22]。在鲜切加工品中,被膜可以降低伤响应,抑制呼吸和乙烯释放,减少水分损失,从而延长加工产品的货架期。调节产品微环境的气体组分还能够抑制贮藏生理病害的发生。脐橙和葡萄柚贮前被膜,凹陷病发生率较低,低温下效果更为明显。石蜡和巴西棕榈蜡涂被黄瓜,在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下贮藏13 d时的呼吸和冷害均低于对照。打蜡处理能降低菠萝低温贮藏期间的冷害,也能减轻番木瓜虎皮病的发生^[23~25]。

被膜的透气性显著影响气调的效果。透气性太低,容易造成无氧呼吸,透气性太高,无法发挥气调作用。环境温度和相对湿度影响被膜的特性和作用,可食性被膜的气体通透性取决于贮藏环境的相对湿度。在高湿条件下,被膜的亲水性愈强,并入膜结构的水愈多,膜的透气性增加^[2,26]。由于鲜切产品的加工表面相对湿度大,被膜的气体通透性更难预料,贮藏温度增加,呼吸速率显著增加,从而易造成产品的无氧呼吸。被膜的不均一性也影响被膜的作用。如水果等有自然裂口、皮孔、表面的蜡质层分布不均匀,对被膜的亲和性不一致,从而导致了被膜的不均一性。鲜切加工的园艺产品,表层被破坏的细胞组分

残留在切割表面,导致被膜的不连续涂被。园艺产品的呼吸作用也是影响气调效果的因素之一,这与品种特性、栽培技术、贮藏温度和湿度、受胁迫程度密切相关^[2]。

2.2 食品添加剂的载体

被膜可以作为具有特殊功能的食品添加剂的载体,如防腐剂、抗氧化剂、风味物质、食用色素、维生素、营养强化剂等。其中作为防腐剂和抗氧化剂的载体则较为常见。

2.2.1 防腐剂的载体 柑橘和桃果实的被膜中通常加入防腐剂来延长果实的保鲜期^[27]。对鲜切的果蔬产品,被膜中加入杀菌剂可以阻止酵母菌、霉菌、细菌在产品表面生长繁殖。食品中常用的杀菌剂有苯甲酸、苯甲酸钠、山梨酸、山梨酸钾、丙酸等。这些防腐剂能够扩散到产品内部,使表层的含量下降,随贮存时间的延长而失去了防腐效应^[28]。被膜能够将防腐剂集中在水果、蔬菜或者适度加工果蔬产品的表层,提高抑菌效果。许多试验表明^[29~30],可食性被膜能相当有效地控制山梨酸、山梨酸钾等类型防腐剂的扩散。含有山梨酸的巴西棕榈蜡抑菌效果最好,未加防腐剂的被膜抑菌效果次之,而只加山梨酸处理的抑菌效果最差。同样,含山梨酸的酪蛋白被膜抑菌效果优于酪蛋白被膜。

2.2.2 抗氧化剂载体 在被膜中加入抗氧化剂能够延缓产品的氧化酸败(主要是油脂类氧化产生的异味)、品质下降和变色等^[17]。某些酚类物质如丁基羟基茴香醚(BHA)、2,6-二丁基羟基对甲苯(BHT)和维生素E、没食子酸丙酯等具有抗氧化特性,能够抑制食品中油脂的氧化。酚类物质和一些充当络合剂的酸如抗坏血酸、柠檬酸、磷酸有协同抗氧化的作用。乙二胺四乙酸及相关盐可作为金属离子络合剂在食品保鲜中广泛应用。坚果用含有BHA、BHT、柠檬酸的果胶、果胶酸盐或者玉米蛋白被膜后能有效阻止氧化酸败,保持果肉质度^[31]。以苹果汁为基本原料(苹果汁中有大量的抗氧化成分),配以不同浓度的脂肪酸、脂肪醇、蜂蜡和菜油制成的可食性被膜,可减轻苹果切片的褐变和失水。用以纤维素为基础的可食性被膜1020涂膜苹果切片,能显著抑制褐变,膜中加入Vc后效果更好^[32]。鲜切或者新鲜蘑菇被膜也有相似的结果^[33]。

被膜中添加氯化钙能改善食品的质地和色泽^[17]。在褐藻酸和低甲基果胶的被膜中往往要适量添加氯化钙溶液,诱导这些被膜的凝结^[34]。

2.3 其他作用

果蔬采收时仅有少量病原菌附着在产品表面^[35], 但果蔬的机械伤口为病菌孢子的入侵提供了良好的通道和滋生繁殖的营养、生理条件, 鲜切果蔬产品为病菌的生长和繁殖提供了更加优越的生长环境^[36, 37]。由于果蔬和鲜切产品是鲜活的产品, 贮藏环境不可能完全无菌。随着果蔬在贮藏期间逐渐衰老, 抗病性不断下降, 容易发生病菌的二次侵染, 造成果蔬大量腐烂变质。可食性被膜将产品与病菌孢子隔离, 减少病菌的反复侵染, 从而能够有效地控制果蔬产品的侵染性病害。同时, 有些可食性被膜具有杀菌作用, 能够抑制病原菌孢子在产品上的生长, 从而延长果蔬和鲜切产品的贮藏期和货价寿命^[13, 15]。

3 被膜在园艺产品中的应用

目前, 得到商业化应用的常见的可食性被膜有 Nutre Seal, Nutri-Save, Pro-long 等, 这些被膜的主要组分见表 1。此外还有许多其他的被膜, 可以参考文献^[3]。

表 1 商业化应用的被膜名称和组分

Table 1 Name and components of commercialized coatings

被膜名称 Commodity	主要组分 Main components
Nutre Seal	改良的纤维素多聚物 Cellulose polymers
Nutri-Save	羧甲基壳多糖 Carboxymethyl chitosan
Pro-long	多酯化脂肪酸蔗糖酯和羧甲基纤维素钠盐 Sucrose polyesters of fatty acids plus sodium salts of carboxymethyl cellulose
Sealgum, Spraygum	阿拉伯树胶和凝胶 Acacia and gelatin
Semperfresh	与 Pro-long 组分类似, 但富含短链的不饱和脂肪酸酯 Sucrose polyesters of short chain unsaturated fatty acids and sodium salts of carboxymethyl cellulose
Shellac(虫胶)	由一种昆虫分泌的树脂 Resin secreted by an insect
Waxes(蜡)	长链脂肪酸如蜂蜡、石蜡、巴西棕榈等 Long-chain fatty acids such as beeswax, paraffin and carnauda

采用可食性被膜处理, 可以延长容易腐烂的园艺作物采后的贮藏寿命。Pro-long 被膜通过调节果实内部气体组分延缓香蕉的成熟, Nutri-Save 被膜在梨和苹果上有类似的结果。张东林等^[15]报道, Pro-long 能阻止荔枝果皮褐变。壳聚糖被膜性好, 食用安全, 有抗真菌活性, 能控制腐烂, 减少水分损失, 延长草莓、桃、油桃、梨、苹果、猕猴桃、龙眼、番茄、尖椒、芹菜等果蔬的贮藏寿命, 有望得到商业化应用^[11~13, 38]。

可食性被膜已经用于多种果蔬的处理, 如鳄梨、柑橘、柠檬、葡萄柚、梨、香蕉、芒果、苹果、桃、油桃、

阳桃、番木瓜、番石榴、樱桃、菠萝、脐橙等果实, 番茄、胡萝卜、萝卜、芹菜、辣椒、茄子、甜瓜、山芋和南瓜等蔬菜^[3, 11~13, 22~25, 38~41]。

可食性被膜的应用在鲜切果蔬上还处在探索阶段, 但从报道来看, 应用可食性被膜也有良好的保鲜效果和广阔的应用前景。

苹果 豆蛋白被膜能够维持苹果切片的新鲜状态, 由壳多糖和月桂酸配制而成的复合被膜抑制了苹果切片的褐变和失水^[17, 42]。酪蛋白和脂肪组成的混合被膜(乙酰化单酰基甘油酯、硬脂酸盐、蜂蜡)能有效地阻止苹果切片失水和氧化褐变, 效果能持续 3 d。钙离子交链降低了酪蛋白钠盐被膜的水通透性, 可能是降低了蛋白组分的移动性和蛋白水溶性的结果^[9]。加入苹果汁的油脂被膜处理苹果切片, 有效抑制了切片的褐变, 5 °C 下能贮藏 12 d^[43]。由褐藻酸、酪蛋白和脂肪组成的复合被膜中加入钙离子能与果蔬切割表面果胶的羧基交链, 这种交链在富含果胶的苹果切片中更易形成, 因而能更有效地减少水分损失, 抑制切片的褐变^[20]。多糖和脂肪双层被膜能使苹果切片的水汽扩散阻力增加 92%, 呼吸和乙烯分别抑制了 70% 和 90%^[20]。

胡萝卜 适度加工的胡萝卜容易在切口表面形成白色的干枯层, 极大地缩短了货架期。酪蛋白和硬脂酸钠盐的被膜乳剂能够抑制胡萝卜感官品质的劣变, 主要是由于阻止了组织水分的散失。被膜剂 Nutre Seal 可显著降低去皮胡萝卜“白变”的发生率, 能使胡萝卜在 4 °C 下贮藏 1 个月^[14]。Cisneros-Zevallos 等^[44]报道, 吸湿性被膜能控制贮藏期间去皮胡萝卜的“白变”。常温气调贮藏只能延长胡萝卜切片寿命 2~3 d, 而海藻酸钠被膜则延长了 5~7 d, 由此可见被膜的优越性^[45]。

此外, 甘蓝切丝在 2.5 g/kg 蔗糖脂肪酸酯中浸蘸后, 降低了甘蓝表面的 O₂, 延缓了甘蓝 10 °C 下的褐变^[46]。作者在去皮鲜切马蹄中发现, 壳聚糖被膜能有效地阻止褐变和食用品质的下降。4 °C 下贮藏 14 d, 马蹄只有轻微褐变, 而对照贮藏 6 d 褐变已经相当严重(待发表资料)。

4 存在问题及发展趋势

能为消费者广泛接受的理想可食性被膜应具备以下条件: (1) 混合容易, 应用方便, 能与产品表面密合, 被膜稳定, 应有良好的透明度, 至少不能改变产品的外观; (2) 最好无味, 最少不产生异味, 没有损害产品质量的结构特征; (3) 气体阻隔性不能使产品内部气体组分达到促进无氧呼吸的限度; (4) 不能促进微生物的生长。但到目前为止, 理想的商业化应用被

膜并不多见。

目前限制被膜应用的3个主要问题是:(1)难生产均匀、稳定的被膜。由于蜡质化的表面和鲜切的潮湿切面共存,许多被膜不能均匀包被产品表面。被膜厚度不均匀甚至出现裂隙会显著影响膜通透性,改变被膜内部的微环境,降低被膜的保鲜效果。被膜的不均一性也影响了被膜的作用。(2)难以维持稳定的温度和湿度。可食性被膜的气体通透性取决于贮藏环境的相对湿度。在高湿条件下,被膜的亲水性愈强,并入膜结构的水愈多,膜的透气性增加。由于产品的切割表面相对湿度高,被膜的气体通透性更难预料。贮藏温度升高,呼吸速率显著增加,从而易造成产品的无氧呼吸。(3)组织的呼吸和代谢加工后产生很大改变,在完整果蔬上有良好效应的被膜可能

完全不适合经过适度加工的组织材料。组织的生理活性在贮藏期间也会发生改变,这样会改变被膜内的气体组分,反过来对产品的品质和贮藏期产生很大影响,尤其是负面影响。因此,固定的被膜很难保证维持稳定均一的最佳微气体环境。

虽然应用可食性被膜的潜力非常巨大,但目前对被膜的利用却很有限,现主要用于控制产品的失水和呼吸,改善产品的外观品质等方面。在干果、干制加工品如板栗、核桃、葡萄干、桂圆等上应用较多,而在其他方面应用较少。今后研究重点在于如何改善被膜的结构,使之能有合适的透气性,并能维持果蔬的质地,更好地阻滞水分散失,同时能进一步改善被膜与组织的粘着性和被膜的成膜均一性,使之能得到更广泛的应用。

[参考文献]

- [1] 陈秀芳,许时婴,王璋.可食性被膜在果蔬贮藏与保鲜中的应用[J].无锡轻工大学学报,1997,16(2):83-89
- [2] Baldwin E A. Surface treatments and edible coatings in food preservation[A]. Rahman M S. Handbook of food preservation[C]. New York: Marcel Dekker, Inc, 1999: 577-609
- [3] 张云贵,成明昊,李晓林.果蔬蜡液的种类及应用[J].园艺学报,2000,27(增刊):553-559
- [4] Gennadios A, Weller C J. Edible films and coatings from wheat and corn proteins[J]. Food Technol, 1990, 44(10): 63-69
- [5] Roth T, Loncin M. Superficial activity of water[A]. McKenna B M. Engineering and Food[C]. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1984: 433-443
- [6] Hagenmaier R D, Shaw P E. Moisture permeability of edible films made with fatty acid and (hydroxypropyl) methylcellulose[J]. J Agric Food Chem, 1990, 38: 1799-1803
- [7] 姚小敏,丁全锋.涂膜在黄瓜保鲜上的应用[J].食品工业科技,2000,(3):145-147
- [8] Hagenmaier R D, Shaw P E. Gas permeability of fruit coating wax[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1992, 117: 105-109
- [9] Avena-Bustillos R A, Cisneros-Zevallos Krochta J M. Application of casein-lipid edible film emulsions to reduce white blush on the minimally processed carrots[J]. Postharvest Biol Technol, 1994, 4: 319-329
- [10] Wong D W S, Tillin S J, Hudson J S, et al. Gas exchange in cut apples with bilayer coatings[J]. J Agric Food Chem, 1994, 42: 2278-2285
- [11] 吴非,孙占海.壳聚糖被膜对尖椒后熟的影响[J].中国果蔬,2000,(2):20
- [12] 张明春,任云霞,王宏,等.壳聚糖被膜涂被纸包装蔬菜[J].保鲜与加工,2001,(3):7-9
- [13] Jiang Y M, Li Y B. Effects of chitosan on postharvest life and quality of longan fruit[J]. Food Chem, 2001, 73: 139-143
- [14] Sagent S A, Brecht J K, Zoellner J J, et al. Edible film reduce surface drying of peeled carrots[J]. Proc Fla State Hort Sci, 1995, 112: 41-45
- [15] Zhang D L, Quantick P C. Effects of Chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi fruit[J]. Postharvest Biol Technol, 1997, 12: 195-202
- [16] 莫文敏,曾庆孝.可食性大豆蛋白膜的性能及应用前景[J].武汉工业学院学报,2001,(1):8-10
- [17] Tien C L, Vachon C, Mateescu M A, et al. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes[J]. J Food Sci, 2001, 66: 188-191
- [18] Were L, Helliarachchy N S, Coleman M. Properties of cysteine added soy protein wheat films[J]. J Food Sci, 1999, 64: 514-518
- [19] Chick J, Ustunol Z. Mechanical and barrier properties of lactic acid and rennet precipitated casein based edible films[J]. J Food Sci, 1998, 63: 225-228
- [20] Wong D W S, Gastineau F A, Gregorski K S, et al. Chitosan-lipid films: microstructure and surface energy[J]. J Agric Food Chem, 1992, 40: 540-544
- [21] Sisler E C, Wood C. Interaction of ethylene and CO₂[J]. Physiol Plant, 1988, 73: 440-444
- [22] Nisperos-Carriedo M O, Shaw P E, Baldwin E A. Changes in volatile flavor components of pineapple oranges juice as influenced by the application of lipid and composite films[J]. J Agric Food Chem, 1990, 38: 1382-1387
- [23] 李正国,张百超.脐橙果实蜡的生理效应研究[J].西南农业大学学报,1992,(4):323-326
- [24] 屈红霞,唐有林,谭兴杰,等.低温打蜡对菠萝黑心病的控制作用[J].广西植物,2000,20(1):83-87

- [25] Paull R E, Chen N J. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening[J]. J Amer Soc Hort Sci, 1989, 114(6): 937- 942
- [26] McHugh T H, Krochta J M. Pemeability properties of edible films[A]. Krochta J M, Baldwin E A, Nisperos-Carriedo M O. Edible coatings and films to improve food quality[C]. Lancaster, UK: Technomic Publishing Co, 1994. 139- 187.
- [27] Brown E. Efficacy of citrus postharvest fungicides applied in water or resin solution water wax[J]. Plant Disease, 1984, 68: 415- 418
- [28] Giannakopoulos A, Guilbert S. Determination of sorbic acid diffusivity in model food systems[J]. J Food Technol, 1986, 21: 339- 353
- [29] Guilbert S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis[A]. Seow C C. Food preservation by moisture control[C]. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1988. 199- 219
- [30] Vojdani F, Torres J A. Potassium sorbate permeability of methyl-cellulose and hydroxypropyl methylcellulose coatings: effect of fatty acids[J]. J Food Sci, 1990, 55: 841- 846
- [31] Andres C. Natural edible coating has excellent moisture and grease barrier properties[J]. Food Processing, 1984, 23: 48- 49
- [32] Baldwin E A, Nisperos M O, Chenc X, et al. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating[J]. Postharvest Biol Tech, 1996, 9 (2): 151- 163
- [33] Nisperos-Carriedo M O, Baldwin E A, Shaw P E. Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables[J]. Proc Fla State Hort Sc, 1991, 104: 122- 125
- [34] Baldwin E A, Nisperos-Carriedo M O, Baker R A. Use of edible coatings to preserve quality of lightly processed product[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 1995, 35: 509- 524
- [35] Fourie J F, Holz G. Initial infection processes by botrytis cinerea on nectarine and plum fruit and the development of decay[J]. Phytopathol, 1995, 85(1): 82- 87.
- [36] Beuchat L R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce[J]. J Food Protection, 1996, 59: 204- 216
- [37] 张学杰, 刘宜生, 孙润峰. 切割果蔬的质量控制及改善货架期的途径[J]. 中国农业科学, 1999, 32(3): 72- 77.
- [38] Du J M, Gemma H, Iwahori S. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit[J]. J Jap Soc Hort Sci, 1997, 66: 15- 22
- [39] Shin D H, An D S, Koh J S, et al. Wax-coating combined with grapefruit seed extract to reduce physiological changes and decay of *Satsuma mandarin*[J]. Food Sci Biotechnol, 1998, 7(3): 214- 220
- [40] MacGuire R G. Market quality of guavas after hot water quarantine treatment and application of carnauba wax coating[J]. Hort Sci, 1997, 32(2): 271- 274
- [41] 宗会, 胡文玉. 海藻酸钠涂膜对苹果果实活性氧代谢的影响[J]. 园艺学报, 1999, 26(4): 263- 264
- [42] Pennisi E. Sealed in edible film[J]. Sci News, 1992, 141: 2
- [43] McHugh T H, Senesi E. Apple wraps: a novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples[J]. J Food Sci, 2000, 65(3): 480- 485
- [44] Cisneros-Zevallos L A, Saltveit M E, Krochta J M. Hygroscopic coatings control surface white discoloration of peeled carrots during storage[J]. J Food Sci, 1997, 62: 363- 366
- [45] Amanatidou A, Slump R A, Gorris L G M, et al. High oxygen and high carbon dioxide modified Atmospheres for Shelf-life Extension of Minimally Processed Carrots[J]. J Food Sci, 2000, 65(1): 61- 66
- [46] Skane Y, Arita N, Shimokana S, et al. Storage of shredded cabbage in plastic films using ethylene acetate or sucrose fatty acid esters[J]. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 1990, 37: 281- 286

Progress in edible coating research and its application in horticultural products

PENG Li-tao¹, JIANG Yue-ming¹, YANG Shu-zhen², LI Yue-biao¹, QU Hong-xia¹, LIN Wen-bin¹

(1 South China Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Guangzhou 510650, China;

2 College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forest, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Application of the edible coating on fruits and vegetables as well as fresh cut products attracts great attention in recent years. The major components of edible coating are macromolecules, such as polysaccharides, proteins and lipids, and each has different oxygen and water permeability. Edible coatings control the minimal atmosphere of the products, reduce water loss, and physiological disorders during storage and distribution and improve the apparent quality of the products. Edible coating can also serve as the vessels of many additives such as preservatives and antioxidants. The difficulties and great potential for using coatings are also discussed.

Key words: edible coatings; fruit and vegetable storage; fresh cut products; freshness preservation