

DOI:10.11937/bfyy.201507047

海藻酸钠作为鲜切果蔬保鲜成膜基质材料的应用研究进展

张丽华¹, 孙丽萍¹, 李顺峰², 聂钰洪¹, 张蓓¹

(1. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业科学院 农副产品加工研究所, 河南 郑州 450002)

摘要:可食膜处理是保持鲜切果蔬品质和延长其货架期的有效手段, 现已广泛应用于鲜切果蔬的保鲜中。海藻酸钠是一种天然多糖, 具有良好的成膜性、透气性、生物相容性和生物降解性, 在鲜切果蔬的保鲜中常用作成膜基质材料。现介绍了鲜切果蔬的特性、海藻酸钠的性质及应用概况, 综述了海藻酸钠作为鲜切果蔬保鲜成膜基质材料在防止褐变、抑制微生物污染和延长货架期方面的最新进展, 并对海藻酸钠复合膜在鲜切果蔬上的应用前景和研究方向进行了探讨。

关键词:海藻酸钠; 鲜切果蔬; 可食膜; 成膜材料

中图分类号:TS 255 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)07-0164-05

鲜切果蔬以其新鲜、方便、营养等特点, 备受欧美、日本等国家消费者的青睐。在中国随着现代生活节奏的提高和健康饮食习惯的认同, 鲜切果蔬近年来也备受关注, 其消费量持续增加。然而, 果蔬切分后, 由于切割所造成的机械损伤会引发一系列不利于贮藏的生理生化反应, 如呼吸代谢加快、乙烯产生加速、酶促和非酶促褐变加剧^[1]、切割表面木质化^[2]、营养物质流失、切割部位褐变和易发生微生物污染等^[3-5]。这些变化都会加剧鲜切果蔬品质的下降, 缩短货架期。因此, 针对鲜切果蔬的保鲜或包装, 要求能够有效地保证鲜切果蔬的品质、新鲜度和安全, 可食膜处理可在果蔬切割面形成一透明薄膜, 具有一定的气调作用, 使得鲜切果蔬产品的加工及跨国流通成为可能^[6]。

可食膜是作为顺应人们对食品包装的方便化和无公害化需求而迅速发展起来的新型食品包装, 一般是指在食品表面或食品内部形成或包裹的可食性薄层, 其成膜基质主要是多糖、蛋白质和脂质。可食膜具有可食性、可生物降解性、安全性; 具有防止水分、O₂、CO₂、芳香化合物及类脂等物质的渗透、迁移; 可作为抗褐变剂、抑菌剂、抗氧化剂、防腐剂、风味剂等载体, 以提高食品品质和改善外观; 提高食品运输特性等方面的作用^[7-9]。

近年来, 可食膜包装在鲜切果蔬保鲜上的应用日趋增多, 尤以多糖、蛋白质和脂质等成膜基质为载体, 添加抗氧化剂、抗菌剂和抗褐变剂等制备功能性可食膜在防止鲜切果蔬的产品褐变^[10]、提高产品的抗氧化活性^[1,11]、抑制微生物污染^[12-13]及延长产品货架期^[14]等方面效果良好。海藻酸钠是鲜切果蔬涂膜保鲜中常用的一种多糖类成膜基质, 其具有良好的透气性和成膜性, 该研究综述了海藻酸钠作为鲜切果蔬保鲜成膜基质的最新进展, 为更好地利用和开发海藻酸钠涂膜液在鲜切果蔬中的应用提供参考。

1 鲜切果蔬特性及涂膜保鲜材料

鲜切果蔬(Fresh-cut fruits and vegetables)又称轻度加工果蔬(Lightly processed fruits and vegetables)或最小加工果蔬(Minimally processed fruits and vegetables), 是以新鲜的果蔬为原料, 经分级、整理、挑选、清洗、修整、切分、包装等工序处理后, 用塑料薄膜袋或塑料托盘盛装外覆塑料薄膜包装, 冷藏运输至销售地点供消费者立即食用或餐饮业使用的一种新式果蔬加工产品^[15-16]。国际鲜切产品协会(IFPA)将鲜切果蔬定义为任何改变果蔬原始状态, 加工后可100%食用或使用、并保持其新鲜状态的果蔬加工产品^[17]。随着现代生活节奏加快和消费水平的提高, 具有即食和即用特点的鲜切果蔬显示出巨大的市场潜力。

1.1 鲜切果蔬特性及品质劣变原因

鲜切果蔬仍然是鲜活的生命体, 在生理特性方面与普通的果蔬产品有所不同, 因此在保鲜或包装上的要求也更高。这主要是由于果蔬切分后, 一方面果蔬的外表

第一作者简介:张丽华(1982-), 女, 博士, 讲师, 现主要从事果蔬采后生理与保鲜技术等教学与科研工作。E-mail: zhanglihua82828@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31301588); 郑州轻工业学院博士科研启动金资助项目(2013BSJJ003)。

收稿日期:2014-11-19

皮保护层被破坏,外界大量的 O_2 通过果蔬的维管束组织进入组织内部,而 CO_2 则从组织中逸散出来。这就使得一直处于低 O_2 /高 CO_2 气体环境下的组织细胞暴露在外界的高 O_2 /低 CO_2 气体环境中,促使果蔬的呼吸作用显著增强和乙烯释放量增加,加速了果蔬的成熟、软化和衰老^[18]。另一方面,切割处理破坏了果蔬组织的细胞膜结构,导致其细胞内源活性物质暴露,往往在其切割部位能诱导苯丙烷类、聚酮化合物类、黄酮类、萜类、生物碱类、单宁和醇类等一系列次生代谢产物的合成。这些次生代谢产物虽可起到参与伤愈反应,抵抗病菌感染的作用,但尤其是酚类物质的形成给鲜切果蔬的外观品质带来了负面影响。由于果蔬机体受到切割,使得果蔬体内酶酚区域结构崩溃,各类氧化酶类与底物直接接触发生多种生理生化反应,造成机体褐变、细胞膜破坏、细胞壁分解等,使产品外观受到影响^[19]。除此之外,鲜切果蔬的切割面营养物质的外渗和暴露的表面,容易滋生微生物污染也是鲜切果蔬加工中不可忽视的问题^[5]。近年来的研究表明,鲜切果蔬加工贮藏中常会出现品质劣变现象,包括呼吸强度增大、乙烯生成增多、质地软化、组织褐变、风味变淡、微生物污染等。

1.2 鲜切果蔬保鲜成膜基质材料

目前,对鲜切果蔬进行可食膜保鲜的基质材料主要有多糖类、蛋白质类和脂质。多糖膜的原料大多直接或间接来自农产品和海洋生物,来源广泛,资源丰富,成本低廉。常采用的有海藻酸钠^[20]、壳聚糖^[21-22]、淀粉、纤维素等。常采用的蛋白质膜有大豆分离蛋白膜、玉米醇溶蛋白膜、小麦面筋蛋白膜和乳清蛋白膜等。具有口感好、营养价值高、易消化、机械性能好、透明性强,特别是阻气性较高,明显的缺点是阻湿性差、阻氧性受环境湿度影响大^[23]。脂质膜的阻水能力极强,常用的脂质有蜂蜡、石蜡、巴西棕榈蜡、乙酰单甘脂、硬脂酸和软脂酸等。但是脂质膜在制备时易产生裂纹或孔洞,易被氧化以及膜不透明和具有蜂蜡味的缺点,因此,很少单独使用,常与多糖和蛋白类组合形成复合膜^[24-25]。

2 海藻酸钠的性质及应用概况

海藻酸钠(Sodium alginate)又称褐藻酸钠、褐藻胶等,是存在于海带、菌类、藻类等植物中的一种天然多糖类化合物,外观呈白色或淡黄色粉末,溶于水后呈粘稠胶体,不溶于乙醇和其它有机溶剂。它是一种较好的水优先透过的渗透蒸发膜材料,其基本结构式由古洛糖醛酸(G段)与其立体异构体甘露糖醛酸(M段)2种结构单元以3种方式(MM段、GG段和MG段)通过 α -1,4糖苷键连接而成的一种线性嵌段共聚物^[26]。

海藻酸钠具有生物相容性良好和凝胶过程温和等特点,能在pH值较低时与水或二价金属离子(如钙、锌

离子等, Mg^{2+} 除外)发生离子交换,置换出 Na^+ ,形成既有强度性能又有弹性的凝胶^[27-28]。利用海藻酸盐这种溶胀胶凝的特性,在工业生产中常被用作凝胶基质、增稠剂、稳定剂、膜材、水性阻滞剂等^[26,29-30]。此外,海藻酸钠可有效抑制微生物的繁殖,延长保鲜期^[31]。海藻酸钠良好的成膜性被广泛用于制备各种用途的膜材料,具有透气性好,能调节水分的蒸发,抑制呼吸强度,形成自发性气调作用,从而调节 O_2 和 CO_2 比例。然而,单一海藻酸钠膜质脆和极差的耐水性,使其在应用上受到限制^[32],往往需要复配增塑剂、乳化剂等改善其膜性能。

3 以海藻酸钠为成膜基质在鲜切果蔬保鲜中的应用

3.1 以海藻酸钠为成膜基质在控制鲜切果蔬褐变中的应用

组织褐变是影响鲜切果蔬产品外观的首要因素,由酶促褐变和非酶促褐变所引起,它主要取决于组织中酚类化合物的含量、多酚氧化酶(PPO)的活性以及抗氧化剂的含量、加工贮藏条件等。鲜切果蔬加工需要对果蔬进行适当的切割整理,切割的伤口使主要存在于液泡中的酚类化合物和存在于细胞质中的PPO的区域化分隔被打破,酚类底物与酚类氧化酶接触发生酶促褐变^[18]。由于果蔬组织中含有大量的水、糖类、有机酸、蛋白质、氨基酸等物质,在适宜条件下还可能发生美拉德反应、焦糖化反应、抗坏血酸氧化分解等非酶促褐变。因此,控制鲜切果蔬的褐变是保证鲜切果蔬品质的首要任务。曾顺德等^[33]研究了以海藻酸钠为成膜基质,复配L-半胱氨酸(L-Cys)、抗坏血酸(VC)和植酸(PA)为褐变抑制剂的可食涂膜液,筛选出鲜切“翠冠”梨的最佳涂膜配方为海藻酸钠 1.0 g/100mL+L-Cys 0.15 g/100mL+VC 0.3 g/100mL+PA 0.6 g/100mL。杜传来等^[34]研究了以卡拉胶、壳聚糖和海藻酸钠为涂膜主原料,比较了它们对鲜切马铃薯的褐变抑制作用,结果显示,1.5%海藻酸钠+0.05%氯化钙+1.0%蔗糖酯制成的海藻酸钠膜抑制鲜切马铃薯褐变的效果最优,与护色剂(0.05% $NaHSO_3$ +0.15% $CaCl_2$ +1%柠檬酸)的抑制作用相当。刘晓静等^[35]研究表明,1.0%的海藻酸钠处理在抑制莲藕表皮褐变方面效果良好。Rojas-Grau等^[10]采用海藻酸钠和结冷胶为成膜基质,复配N-乙酰半胱氨酸和谷胱甘肽作为抗褐变剂,研究其对鲜切苹果的保鲜效果。结果证实,添加抗褐变剂后可对可食膜的水蒸气透过率没有影响,表明海藻酸钠和结冷胶适合作为抗褐变剂的可食膜载体基质。Oms-Oliu等^[1]评价了添加0.75%N-乙酰半胱氨酸和0.75%谷胱甘肽的不同可食膜(分别以2%海藻酸钠、2%果胶和0.5%结冷胶为成膜基质)对鲜切梨褐变的影响,结果显示,采用多糖类成膜基质制成的

可食膜能够提高膜的阻水性和降低鲜切梨的乙烯生成率,尤其以海藻酸钠或果胶为成膜基质材料处理的鲜切梨,其感官品质可以保持 14 d。Robles-Sánchez 等^[36]以海藻酸钠为抗褐变剂(抗坏血酸和柠檬酸)的成膜载体,研究其对鲜切芒果生物活性物质和抗氧化活性的影响,结果表明,海藻酸钠和抗褐变剂组成的复合膜可以很好的保持鲜切芒果的品质,同时也能提高其抗氧化活性。

3.2 以海藻酸钠为成膜基质在抑制鲜切果蔬微生物污染中的应用

鲜切果蔬由于受到切割处理,组织细胞中的汁液外渗为微生物的生长提供了天然培养基,从而造成微生物的大量生长和繁殖,加速了鲜切果蔬在贮藏和运输环节的腐烂变质,这严重影响了鲜切果蔬的感官品质,并大大缩减其货架期。因此,控制鲜切果蔬的微生物污染已成为鲜切果蔬行业发展的一大难题。以海藻酸钠为成膜基质,复配各种抑菌剂(植物精油、植物提取液、生物拮抗菌等)或结合其它非热杀菌方法(紫外照射、臭氧或臭氧水、酸性电解水、超高压等)来抑制鲜切果蔬的微生物污染已成为研究热点^[37]。Rojas-Graü 等^[38]研究了以苹果泥-海藻酸钠为成膜基质,复配柠檬草、牛至油和香草醛精油,比较其对鲜切苹果冷藏中微生物指标的影响,结果显示,这 3 种抗菌可食膜显著抑制了适需氧菌、酵母菌和霉菌的生长繁殖。Raybaudi-Massilia 等^[12]研究了以海藻酸钠为成膜基质,复配苹果酸和不同的精油(肉桂精油、玫瑰草精油和柠檬草精油)为抗菌剂对鲜切芒果进行涂膜保鲜,结果表明,0.3%玫瑰草精油的海藻酸钠可食膜可以保持鲜切芒果的品质,并能抑制天然杂菌的生长和降低沙门氏菌的数量。

3.3 以海藻酸钠为成膜基质在延长鲜切果蔬货架期中的应用

鲜切果蔬的货架期很短,往往只有 7 d 或更短的时间。可食膜包装可为鲜切果蔬提供一层薄的外层,阻止水分的蒸发,减少产品的失重,保持鲜切果蔬的品质。更重要的是可食膜可以作为抑菌剂、抗氧化剂、酶制剂或矿物质和维生素等的载体,起到赋予鲜切产品更长货架期和更好品质的保护层作用。Sipahi 等^[13]采用海藻酸钠为成膜基质的多层可食膜对鲜切西瓜的品质进行了研究,结果表明,采用 1%和 2%的海藻酸钠基质可食膜处理,可使鲜切西瓜的货架期延长 5~8 d,而且,以 1%海藻酸钠为成膜基质,加入 β -环糊精和反式肉桂醛不仅延长了鲜切西瓜的货架期,而且也保持了鲜切西瓜良好的品质和感官性状。Azarakhsh 等^[39]以海藻酸钠为成膜基质,研究添加不同浓度的柠檬草精油对鲜切菠萝的货架期的影响,结果显示,添加 0.3%柠檬草精油的海藻酸钠可食膜可保持鲜切菠萝的品质,延长其货架期。Mantilla 等^[40]研究了海藻酸钠复合抗菌膜对鲜切菠萝

货架期的影响,结果表明,复配微胶囊化的反式肉桂醛海藻酸钠膜对鲜切菠萝的色泽有一定的影响,但是抑制了微生物的生长,并可使鲜切菠萝的货架期延长至 15 d。

4 展望

海藻酸钠作为鲜切果蔬可食膜保鲜的成膜基质材料的应用研究日益增多,但从现有的文献报道看,还存在一些值得探讨和深入研究的问题,未来的研究可以围绕以下 3 个方面展开。

4.1 海藻酸钠基复合膜液成分的选择

鲜切果蔬是 100%可食,因此要求其可食膜成分要对人体安全无毒。在选择成膜液成分时,要首先考虑其安全性,其次要充分考虑其与海藻酸钠的互溶互补,尤其是选择增塑剂、乳化剂、抑菌剂、抗褐变剂、抗氧化剂等添加剂时,用量要严格把握,既不能影响鲜切果蔬的色泽、口感,又要能达到很好的保鲜效果。

4.2 海藻酸钠基复合膜性质的研究

为了延长鲜切果蔬的货架期,往往都会在海藻酸钠成膜液中添加一些具有功能性的添加剂,如具有抗褐变作用的抗坏血酸、谷胱甘肽、N-乙酰半胱氨酸等;具有抑菌作用的植物精油、生物拮抗菌等。目前,针对海藻酸钠基复合膜的性质研究较少。功能性添加剂的加入,势必会影响到海藻酸钠膜的透明度、透气性、阻水性、拉伸性等性能,另外,添加的功能性物质在海藻酸钠膜液中的释放与迁移以及对鲜切果蔬品质的影响都有待于进一步的研究和探索。

4.3 可食膜同其它冷杀菌技术结合

2 项或更多项保鲜技术的应用,对鲜切果蔬的保鲜将有更好的应用前景。在应用可食膜技术的基础上,配合其它的冷杀菌技术,如 UV 照射、臭氧或臭氧水处理、MAP 包装、真空包装等都是很好的尝试。未来鲜切果蔬的保鲜一定是安全、无毒、有效的综合技术的应用。

参考文献

- [1] Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, 50(1): 87-94.
- [2] 范腾,董海洲,王兆升.海藻酸钠复合涂膜对鲜切胡萝卜白变的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2011, 37(1): 206-210.
- [3] Brasil I M, Gomes C, Puerta-Gomez A, et al. Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2012, 47(1): 39-45.
- [4] 贾慧敏,韩涛,李丽萍,等.可食性涂膜对鲜切桃褐变的影响[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(3): 282-286.
- [5] 宋义忠,孔秋莲,孟宪军,等.天然物质对切割蔬菜中常见微生物的抑制作用研究[J]. *食品科技*, 2003(4): 16-18.
- [6] Ahvenainen R. Novel food packaging techniques[M]. 崔建云,译.北京:中国农业大学出版社,2006: 1-15.
- [7] 唐亚丽,赵伟,卢立新,等.脂质-CMC 可食性复合膜阻湿性能的影响

因素研究[J]. 包装工程, 2012, 33(19): 25-30.

[8] Martiñon M E, Moreira R G, Castell-Perez M, et al. Development of a multilayered antimicrobial edible coating for shelf-life extension of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.) stored at 4°C [J]. LWT-Food Science and Technology, 2014, 56(2): 341-350.

[9] 邱伟芬. 活性可食性膜在食品包装中的应用[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(6): 13-17.

[10] Rojas-Graü M A, Tapia M S, Rodriguez F J, et al. Alginate and gellan-based edible coating as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples [J]. Food Hydrocolloids, 2007, 21(1): 118-127.

[11] Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon [J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41(10): 1862-1870.

[12] Raybaudi-Massilia R M, Mosqueda-Melgar J, Martín-Belloso O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon [J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 121(3): 313-327.

[13] Sipahi R E, Castell-Perez M E, Moreira R G, et al. Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 51(1): 9-15.

[14] Mastromatteo M, Mastromatteo M, Conte A, et al. Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) [J]. Food Research International, 2011, 44(5): 1224-1230.

[15] 王亮, 赵迎丽, 李建华. 鲜切果蔬加工品质的影响因素及解决办法[J]. 山西农业科学, 2007, 35(5): 70-73.

[16] 寇莉萍. 热处理对轻度加工葡萄保鲜效应及机理的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.

[17] Lamikanra O. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market[M]. Boca Raton: CRC Press, 2002: 4-17.

[18] Shafiur Rahman M. Handbook of Food Preservation (Second Edition) [M]. Boca Raton: CRC Press, 2007: 138-140.

[19] 刘兴华, 陈维信. 果蔬蔬菜贮藏运销学(第2版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 302-307.

[20] 张丹丹, 杨绍烂, 吴昊, 等. 不同保鲜膜处理对低温贮藏下鲜切南瓜保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(20): 313-317.

[21] 田春美, 钟秋平. 木薯淀粉/壳聚糖可食性复合膜对鲜切菠萝蜜的保鲜研究[J]. 重庆工贸职业技术学院学报, 2008(1): 48-51.

[22] 祝美云, 党建磊, 魏征, 等. 壳聚糖复合涂膜保鲜鲜切莲藕的研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(1): 145-147.

[23] 赵欣, 管晓. 大豆分离蛋白-水溶性大豆多糖可食性复合膜的制备与

性质[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(7): 44-49.

[24] 张阿珊, 曾荣, 陈金印. 果蔬可食性涂膜剂结构组分与功能的研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2012, 37(4): 172-177.

[25] 李磊, 牛坤, 马庆一. 果蔬贮藏中失水的控制与涂膜[J]. 中国食品学报, 2007, 7(6): 89-96.

[26] 仲静洁, 王东凯, 张翠霞, 等. 海藻酸钠在药物制剂中的研究进展[J]. 中国新药杂志, 2007, 16(8): 591-594.

[27] 吕飞, 叶叶乾, 丁玉庭. 桂皮醛在肉桂油/海藻酸钠抗菌薄膜中的释放动力学[J]. 中国食品学报, 2011, 11(7): 36-40.

[28] 陈明木, 王春英, 庞杰, 等. 海藻酸钙凝胶特性影响因素的探讨[J]. 广州食品工业科技, 2002, 18(3): 4-6, 11.

[29] 王康, 何志敏. 海藻酸钠与钙或锌离子吸附平衡过程研究[J]. 化学工程, 2004, 32(4): 5-17.

[30] 杨琴, 胡国华, 马正智. 海藻酸钠的复合特性及其在肉制品中的应用研究进展[J]. 中国食品添加剂, 2010(1): 164-168.

[31] 高翠丽, 李传平, 李倩, 等. 海藻酸钠在食品保鲜中的应用研究[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2013, 28(1): 77-83.

[32] 王孝华. 海藻酸钠的提取及应用[J]. 重庆工学院学报(自然科学版), 2007, 21(5): 124-128.

[33] 曾顺德, 张迎君, 漆巨荣. 鲜切“翠冠”梨涂膜保鲜研究[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 318-320.

[34] 杜传来, 郁志芳, 王佳红, 等. 几种可食性膜对鲜切马铃薯褐变抑制的比较[J]. 保鲜与加工, 2004(6): 4-5.

[35] 刘晓静, 黄爱政, 康云艳, 等. 海藻酸钠和壳聚糖对莲藕贮藏效果及品质的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(8): 61-65.

[36] Robles-Sánchez R M, Rojas-Graü M A, Odriozola-Serrano I, et al. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes [J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 50(1): 240-246.

[37] 宋晓雪, 胡文忠, 毕阳. 鲜切果蔬中致腐微生物污染及其非热杀菌的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(10): 351-354.

[38] Rojas-Graü M A, Raybaudi-Massilia R M, Soliva-Fortuny R C, et al. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples [J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 45(2): 254-264.

[39] Azarakhsh N, Osman A, Ghazali H M, et al. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple [J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 88: 1-7.

[40] Mantilla N, Castell-Perez M E, Gomes C, et al. Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 51(1): 37-43.

Application Research Advances in Sodium Alginate as Film-forming Materials on Fresh-keeping of Fresh-cut Fruits and Vegetables

ZHANG Li-hua¹, SUN Li-ping¹, LI Shun-feng², NIE Yu-hong¹, ZHANG Bei¹

(1. College of Food and Biological Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou, Henan 450002; 2. Institute of Agro-products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Edible coatings, as an effective means to maintain the quality and extend the shelf life of fresh-cut fruits and vegetables, have been widely applied in fresh-keeping of fresh-cut fruits and vegetables at present. Sodium alginate is a natural existed polysaccharides that possess excellent film-forming, permeability, biocompatible and biodegradable

DOI:10.11937/bfyy.201507048

黄芪多糖化学结构与药理作用研究进展

杨庆珍^{1,2}, 刘德旺³, 田义新¹, 黄林芳²

(1. 吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118; 2. 中国医学科学院 北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193;
3. 内蒙古医科大学 药学院, 内蒙古 呼和浩特 010080)

摘要:黄芪多糖(Astragalus polysaccharide, APS)是黄芪主要的活性成分,现代研究表明黄芪多糖有免疫调节、抗衰老、抗肿瘤、抗病毒、降血糖等多种药理作用,这使得黄芪多糖成为业界研究的热点。随着研究的深入,多种黄芪多糖化合物的化学结构及其药理作用被发现。现对黄芪多糖的化学结构和药理作用进行全面的归纳和总结,以期对黄芪多糖的开发及临床应用提供依据。

关键词:黄芪多糖;化学结构;药理活性

中图分类号:R 285.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)07-0168-08

黄芪(*Radix astragali*)为豆科植物蒙古黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var. *mongholicus* (Bge.) Hsiao 或膜荚黄芪 *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. 的干燥根,味甘,性微温,具有补气升阳、益卫固表、利尿脱毒、敛疮生肌等功效^[1]。黄芪在我国已有二千多年的应用历史,最初记载于《神农本草经》,位列上品,为补药之长,应用于药品食品等领域,目前以黄芪为原料生产的中成药达 200 多种,是临床应用最为广泛的补益中药。黄芪含有多种化学成分,包括黄芪多糖、黄芪皂苷、黄酮、蛋白质、生物碱、多种氨基酸、胡萝卜素、叶酸、微量元素等^[2-4]。黄芪主要活性成分之一黄芪多糖(Astragalus polysaccharide, APS)为一类具有重要生

理和药理活性的成分。多糖作为药物始于 1943 年,1981 年黄芪多糖首次被提取分离,因其具有促进免疫器官功能和抗体生成、双向调节血糖、抗肿瘤、抑菌及抗病毒等多种药理作用,受到国内外学者的普遍关注^[5-9]。由于提取黄芪多糖的黄芪品种不同,提取方法不同,所得到的黄芪多糖的单糖组成和侧链结构也有很大差异。多糖的化学结构是其生物活性的物质基础。为了进一步开发利用该类活性成分,查阅和分析了自 1982 至今 30 多年的相关文献,对黄芪多糖的化学结构和药理作用进行综述,指出了当前研究存在的问题和不足,并对黄芪多糖在化学和医学的研究趋势和应用前景做出了展望。

1 黄芪多糖的化学组成

多糖的化学结构是其生物活性的物质基础。多糖的构效关系是指多糖一级结构和高级结构与其生物活性的关系,是糖化学和糖生物学共同关注的焦点问题。以往研究表明,单糖的组成对多糖活性的影响远远小于糖苷键和单糖连接方式。分支度大小与多糖生物活性紧密相关,分支度过大或过小都无法使多糖生物活性达到理想状态^[10]。而葡聚糖的活性与其相对分子质量也有一定的依赖关系,相对分子质量在 $1 \times 10^5 \sim 2 \times 10^5$ 的

第一作者简介:杨庆珍(1988-),女,河南新乡人,硕士研究生,研究方向为中药资源及中药新药研究与开发。E-mail:youngqingzhen@126.com.

责任作者:田义新(1963-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事中药材栽培教学与科研工作。E-mail:y. x. tian2003@163.com.

基金项目:国家自然科学基金面上资助项目(81274013, 81473315);国家自然科学基金重点资助项目(81130069)。

收稿日期:2014-11-25

properties, which often uses as film-forming materials in fresh-cut fruits and vegetables. This review introduced the properties of fresh-cut fruits and vegetables, the properties of sodium alginate and application researches. The recent advances of sodium alginate edible coating as carriers of functional ingredients to prevent browning, inhibit microbiology and extend shelf life of fresh-cut fruits and vegetables were demonstrated. Moreover, the application prospects of sodium alginate-based edible coating on fresh-keeping of fresh-cut fruits and vegetables and its research direction were also discussed.

Keywords: sodium alginate; fresh-cut fruits and vegetables; edible coating; film-forming materials