



## 提高谷类可食性薄膜水汽阻隔性的有效途径

### Effective Methods of Improving the Water Vapor Barrier Property of Grain Edible Films

西南农业大学食品科学学院 余锦春  
Yu Jinchun

**【摘要】**水汽阻隔性是谷类可食性薄膜重要特性之一，它直接影响到被包装食品在保存期内质量的变化。本文就提高谷类可食性薄膜水汽阻隔性的有效途径进行了一些研究。

**【关键词】**谷类可食性薄膜 水汽阻隔性 影响因素

**[ABSTRACT]** Water vapor barrier property of grain edible films is a very important one because it will affect directly quality of foods packed during the storage. So, it is necessary to study the property. Study about effective methods of improving the water vapor barrier property of grain edible films is showed in this paper.

**[Key words]** Grain edible films, water vapor barrier property, affection factors

水汽透性是可食性食品包装薄膜阻气性中非常重要的组成部分。它是指在薄膜材料两侧压差作用下水蒸汽从薄膜的一侧向另一侧扩散、迁移、溢出的性质。水汽阻隔性对于延长食品货架寿命具有十分重要的意义，特别是对膨化、粉状食品（如：爆米花、方便面调味料、固体汤料、固体饮料、奶粉、豆粉、核桃粉、芝麻糊、麦片、咖啡等）而言，更是保质关键因素之一。如果膜材的水汽阻隔性能差，固体调味料、汤料会因组分中盐份的吸湿而结块，膨化食品会吸湿变柔失去脆性，上述产品吸湿后都会引起细菌繁殖、霉变。

随着近年来可食性薄膜的问世及风行，越来越多的国家和企业愿意采用可食性薄膜来包装食品，以提高食品的安全性。然而，一些可食性薄膜在其保存食品的包装性能方面尚有这样或那样的缺陷，能够独立使用、取代塑料或其他食品包装材料的可食性薄膜还不多。通常这类可食性包装薄膜都是作内包装或与纸包装材料等复合使用的。由于谷类可食性包装薄膜的诞生和在食品包装方面的应用较早较多，故本文将就提高谷类可食性薄膜水汽阻隔性作一些研究。

#### 1、类型及其水汽阻隔性

谷类可食性薄膜通常可划分为蛋白型、淀粉型、纤维型及复合型四类（见表1）。

类型	薄膜的名称	阻隔性
蛋白型	玉米蛋白膜	中上
	小麦谷朊蛋白膜	中等
	分离大豆蛋白膜	中下
淀粉型	米纸	差
	薯粉皮包装纸	差
	玉米淀粉膜(85%高直链)	差
纤维型	麸纸	差
	豆渣包装纸	差
复合型	小麦谷朊蛋白-蜂蜡膜	中上-好
	玉米蛋白质淋膜纸包装材料	中等
塑料膜	HDPE	好

制成谷类可食性薄膜的主要谷类原料包括大米、小麦、玉米、大豆和花生等等。各种谷类原料制成的可食性薄膜水汽阻隔性虽然各异，但总的来说与塑料薄膜相比都偏低。这主要是受薄膜原辅料组分及配比、加工工艺条件等因素影响。由于这类材料的阻氧保香性非常好，只要能正确使用，它们仍能发挥很好的作用。

#### 2、影响薄膜水汽阻隔性的因素

##### 1) 原辅料性质

由表可见，蛋白型、含脂蜡等成分的复合型谷类可食性薄膜水汽阻隔性相对较好，而淀粉型、纤维型谷类可食性薄膜水汽阻隔性要差一些，这主要是由于构成薄膜的原料性质差异所致。一般而言，薄膜的多孔结构越致密，微孔尺寸越小，缺陷（如裂纹、缺口等）越少，且网络结构越不易因潮湿环境吸湿而造成水汽迁移和渗透，其水汽阻隔性就越高。

对于谷类蛋白基膜而言，蛋白质的分子量是薄膜水汽阻隔性的主要影响因素之一。蛋白质的分子量越大，可溶性越差，则薄膜的水汽阻隔性越好。那么，设法在适宜条件下使蛋白质适度交联可增大分子量，导致分子间相互作用力增大，使分子聚集度紧密，薄膜微孔隙尺寸减小，就会使薄膜具有良好的水汽阻隔性。通常醇溶性蛋白基膜的水汽阻隔性较好，如玉米蛋白膜。如果在醇溶蛋白基膜中加入适量能溶于乙醇的增塑剂（如甘油酯等），则既可提高薄膜的水汽阻隔性，又能提高薄膜的柔韧性。

谷类淀粉基膜的水汽阻隔性取决于成膜淀粉及辅料的种类和性质。但总体上讲, 谷类淀粉基膜的水汽阻隔性差。虽然直链型高分子能互相缔合, 对水具有不溶性, 淀粉中含直链淀粉比例较高的淀粉可食性薄膜, 强度较高、柔软性好, 水汽阻隔性比其他淀粉可食性薄膜稍好一点, 但仍不及谷类蛋白基膜。对于直链淀粉含量少的淀粉基膜来说, 由于其具有较好的重湿性和水溶性, 一遇湿便吸潮, 甚至遇水即溶, 极易失去应有的包装性质。

谷类纤维基膜与淀粉基膜在水汽阻隔性方面有类似的性质。

## 2) 原辅料配比的交互作用

构成谷类可食性薄膜的原辅料种类及配比不同, 制成的薄膜水汽阻隔性也不同。这是由于不同种类蛋白质、淀粉、纤维、增塑剂等等物质均有各自的属性, 如能通过适当组合就有可能充分发挥原辅料彼此有益的协同作用, 提高薄膜的水汽阻隔性, 并改善其包装食品所必须的性能。例如: 在大豆蛋白中掺入一定量的小麦谷蛋白所制成的可食性薄膜, 其水汽阻隔性要比单一大豆蛋白膜高, 而将大豆球蛋白与乳清蛋白组合制成的薄膜, 其水汽阻隔性则较低。

脂类物质对可食性薄膜有增塑作用, 是制做可食性薄膜常用的一种添加剂。无论对淀粉型、纤维型、蛋白型或是复合型可食性薄膜而言, 脂类物质都具有既能使薄膜更加柔韧且具强度, 又能在添加种类和比例适宜的条件下提高薄膜的水汽阻隔性的功能, 特别是晶状脂类物质(如: 单甘油酯、蜡等)能提供更好的水汽阻隔性, 其中含蜂蜡及巴西棕榈蜡的可食性薄膜之水汽阻隔性能与HDPE塑料薄膜媲美。然而, 添加到成膜溶液中的增塑剂种类如不能与溶液中其他组分产生有益于提高水汽阻隔性的协同效应或添加种类虽适合但添加量不适宜, 都不能达到预期的目的。

当然, 各种好的原辅料配比方案能否取得最佳薄膜包装性质, 特别是水汽阻隔性尚受成膜加工的条件及方式限制。只有在使用适当的加工工艺条件制膜的前提下, 才能使好的成膜溶液配比产生好的协同效果。

## 3) 成膜时加工工艺条件的影响

蛋白质、淀粉、纤维等天然高分子材料由于其固有的胶凝、粘合、成膜性而被人们用来制做可食性薄膜, 而制膜时的加工工艺条件会直接影响可食性薄膜的水汽阻隔性及其他相关性质。如何采用适当的加工工艺条件来强化或抑制高分子成膜材料的固有特性, 是制膜过程中有待研究的重要一环。

成膜溶液的浓度和粘度——谷类淀粉、蛋白质等高分子材料在成膜溶液中的浓度取决于分子的固有溶胀能力。浓度高, 溶胀能力强, 分子之间作用机率高, 胶凝程度加强, 粘度则增加。成膜溶液浓度在一定范围内, 粘度越大, 成膜时分子间的内聚力越大, 薄膜质地越紧密, 微孔等缺陷将会越少, 薄膜的水汽阻隔性越高。但不同种类的高分子材料由于分子量不同, 浓度相同粘度不一定相同, 即使同一种高分子材料在浓度一定条件下其粘度也随成膜的温度、pH值等工艺条件而变。例如, 花生蛋白成膜溶液浓度低于3%时, 粘度太低, 室温下无法成膜, 高温下可以成膜。浓度达9%时, 粘度提高, 室温下就能干燥成膜。这说明成膜溶液的浓度在粘度大、分子间的内聚力提高时, 才能形成具有一定强度的高密网络结构而成膜。当然, 浓度过高, 粘度过大, 胶凝度过大也无法成膜。

制膜时的加热温度和pH值——制膜时的加热温度一般包含溶液温度和干燥温度两部分。不同分子量的高分子材料成膜时的加热温度不同。对于水溶性较小的成膜溶液, 适度加温可以提高其分子的溶胀性, 改善溶液粘度及成膜性。对于蛋白基成膜材料来说, 适度加温可使蛋白质发生少量交联作用而强化薄膜的分子结合力。例如: 分离大豆蛋白溶液在85℃条件下加热处理后成膜, 其水汽阻隔性比不加热处理的薄膜高, 而且加热的时间与压力也会对薄膜的水汽阻隔性产生影响。干燥温度则是决定一些可食性薄膜水汽阻隔性好坏的因素之一。一般而言, 加热干燥制成的薄膜其水汽阻隔性比未加热干燥制成的薄膜好。这可能是由于适度加热使淀粉基膜在提高胶凝性和粘合作用过程中去除水分, 致使薄膜分子内聚力增强, 粘度及胶凝度恰好适宜的情况下所得薄膜组织质构细密, 从而提高了薄膜水汽阻隔性; 适度加热也能使蛋白基膜的分子交联作用增强, 分子结合力加大形成高密度网络结构而提高了蛋白基膜水汽阻隔性。热烘干大豆蛋白膜能提高薄膜水汽阻隔性的研究就证明了这一点。热烘大豆蛋白膜水仅能提高水汽阻隔性, 还能增强薄膜的撕裂强度。

要形成水汽阻隔性较好的可食性薄膜, 加热温度这个外因条件尚需通过溶液中各原辅料组分和其pH值起作用。pH值过高或过低都会使蛋白基膜可溶性提高, 水汽阻隔性下降, 同样可能会使淀粉基膜成膜时发生水解而使内聚力下降, 水汽阻隔性下降。研究发现, 大豆蛋白与小麦谷蛋白制成的组合蛋白膜在pH值为7.0时其水汽阻隔性最高, 而pH值为3.0时的水汽阻隔性就低于pH值为7.0时的薄膜, pH值为9.0时薄膜水汽阻隔性比pH值为3.0时还差得多。

成膜时分子间交联作用与交联时间——成膜溶液中高分子材料的适度交联不仅能大大提高薄膜的水汽阻隔性, 而且更能大大提高薄膜的阻氧性、保香性及机械性能。然而, 交联不适或交联过度, 都会使原本致密的网络产生大而多的微孔, 孔隙尺寸增大, 水汽阻隔性就会随之下降。严格控制高分子材料的交联度是获取高水汽阻隔性能薄膜的必备条件之一。而影响分子交联度的因素除了上述的原辅料自身固有特性和彼此之间的协同作用、温度及pH值以外, 还有一些添加剂及交联时间等因素都会在不同程度上影响分子交联度。只有根据具体成膜溶液原辅料组分及其属性、加工工艺条件等作综合考虑, 采取适当措施, 使分子得到交联或减少交联才能获取交联度适宜、质构紧密无缺陷的薄膜。

长链脂肪酸对高分子材料如直链淀粉、玉米蛋白等都有络合作用, 而且随着脂肪酸的链长增加, 成膜溶液中长链脂肪酸的浓度增加, 由于其与高分子材料的络合作用而使膜组分紧密坚固地交联起来, 水汽阻隔性提高。如果将脂肪酸按一定比例组合加入成膜溶液, 薄膜的水汽阻隔性会更好。例如: 在玉米蛋白中加入30~40%棕榈酸或硬脂酸+棕榈酸制成的薄膜要比不加脂肪酸制成的薄膜水汽阻隔性提高2~3倍。

抗氧化剂对一些谷类可食性薄膜的交联作用有抑制效应。所以, 如果成膜溶液中需要使用抗氧化剂时需注意一些抗氧化剂对分子交联的抑制作用与成膜溶液中其他组分的交互作用。有研究表明, 在玉米蛋白膜中添加有抗氧化剂丁基羟基茴香醚, 膜的水汽阻隔性比不添加抗氧化剂的玉米蛋白膜要提高1倍左右。原因可能是丁基羟基茴香醚的存在使膜分子交联度降低所致。

各种谷类成膜溶液由于基本组分及添加剂种类不同,各成分之间的交互作用和综合效应不同,最后所产生的分子交联度也不同。但无论结果如何,交联度都是在pH值影响下受交联时间控制。一般而言,交联时间长,交联度会有所提高。所以恰到好处地控制溶液的交联时间也是不容忽视的因素之一。

此外,可食性薄膜的厚度对水汽阻隔性也有影响。研究发现,虽然理论上讲膜厚与水汽阻隔性无关,但实际上可食性薄膜越厚,水汽阻隔性越好。这可能是由于膜厚越大,薄膜的网络结构相互交错,使网络密度增大而增长水汽迁移、扩散的路径,薄膜中部分可溶性分子吸湿而使大分子网络略有膨胀,再加上膜中脂质物质使网络水汽通道缩小甚至堵塞,延迟了水汽渗透的时间。

综上所述,谷类可食性薄膜虽由于原料自身属性而具有较差的水汽阻隔性,但如能综合考虑制膜过程中上述诸多影响因素,充分利用其有利于提高水汽阻隔性方面的协同效应,薄膜的水汽阻隔性是有望提高的。

#### 参考资料

- 1 莫文敏,曾庆孝,张孝祺,食品工业科技,2001,22(3):22-24
- 2 Kimyong Kim, C L Weller, et al. J. Food Sci., 2002, 67(2): 708-713
- 3 Y P Chang, P B cheah, et al, J. Food Sci., 2000, 65(3): 445-451
- 4 A Jangchud and M S Chinnan. J. Food Sci., 1999, 64(1): 153-157
- 5 Miller KS, Chiang MT, et al. J. Food Sci., 1997, 62: 1189-1193
- 6 r Gnanasambandam, N S Hettiarachchy, et al. J. Food Sci., 1997, 62(2): 395-398
- 7 McHugh TH, Aujard JF, et al, J. Food Sci., 1994, 59: 416-419
- 8 Stuchell YM, Krochta JM, J. Food Sci., 1994, 59: 1332-1337
- 9 Gontard N, Guilbert S, et al. J. Food Sci., 1993, 58(1): 206-211

---

中国包装杂志社 版权所有

地址:北京市东城区东黄城根北街甲20号 邮编:100010

电话:(010)64036046 64057024 传真:(010)64036046

E-mail: [zazhi@chinapack.org.cn](mailto:zazhi@chinapack.org.cn) [zazhi@cpta.org.cn](mailto:zazhi@cpta.org.cn)