

绿茶提取物对聚乙烯醇/微晶纤维素薄膜性能的影响

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.05.001

陈晨伟^{1, 2, 3, 4} 符凯嘉¹
马亚蕊¹ 李丽芬¹
谢晶^{1, 2, 3, 4}

1. 上海海洋大学 食品学院
上海 201306
2. 上海水产品加工及贮藏工程技术研究中心
上海 201306
3. 农业部水产品贮藏保鲜质量安全风险评估实验室(上海)
上海 201306
4. 食品科学与工程实验教学中心
上海 201306

摘要: 为了研究绿茶提取物不同含量对聚乙烯醇/微晶纤维素薄膜性能的影响, 通过流延法制备得到绿茶提取物不同含量的聚乙烯醇/微晶纤维素薄膜, 测定分析不同含量绿茶提取物对薄膜的颜色、透明性、力学性能、疏水性能和气体阻隔性能的影响。结果表明: 随着绿茶提取物含量的增加, 薄膜亮度稍有变暗, 颜色趋于红色、黄色; 透明性显著降低; 薄膜抗拉强度显著增加, 断裂伸长率显著降低; 薄膜的疏水性能提高, 薄膜的溶胀率、持水率降低; 薄膜的水蒸气透过率和氧气透过率降低。因此, 绿茶提取物的加入, 提高了薄膜的力学性能、疏水性和气体阻隔性, 为薄膜在食品包装中的应用提供了基础。

关键词: 绿茶提取物; 聚乙烯醇/微晶纤维素; 薄膜

中图分类号: TB325.9; TB484.6 **文献标志码:** A

文章编号: 1674-7100(2017)05-0001-06

0 引言

近年来, 活性包装薄膜材料已成为国内外食品包装领域的研究热点, 受到了研究人员的广泛关注。聚乙烯醇 (poly(vinyl alcohol), PVA) 是一种多羟基、可生物降解的合成高分子聚合物, 具有优异的成膜性、透明性、气体阻隔性等特点, 被广泛应用于包装材料、医药等领域^[1]。国内外学者在以聚乙烯醇为基材的抗菌、抗氧化活性包装薄膜方面做了较多的研究^[2-4]。聚乙烯醇亲水性强, 在高湿度环境下会导致力学性能、阻隔性能等下降, 一定程度上限制了其在包装中的应用。因此, 为扩大其应用范围, 有研究利用微晶纤维素、纳米材料 (纳米 SiO₂、纳米蒙脱土、纳米

纤维素) 等对聚乙烯醇薄膜进行改性^[5-7], 提高了薄膜的力学性能、疏水性能、气体阻隔性能等。

微晶纤维素 (microcrystalline cellulose, MCC) 是纤维素的一种重要衍生物, 被用作制备高分子材料的环保型填料和增强改性材料。前期的研究^[5]表明, 微晶纤维素改性 PVA 薄膜, 提高了薄膜的力学性能、疏水性、阻隔性、热稳定性, 控制好其加入量可以有效改善 PVA 薄膜作为包装材料使用的各性能。

本文在前期研究的基础上, 以优化配比后的聚乙烯醇/微晶纤维素 (PVA/MCC) 为基材, 制备得到含绿茶提取物的 PVA 薄膜, 研究不同含量绿茶提取物对薄膜颜色、透明性、力学性能、疏水性能和气体

收稿日期: 2017-07-17

基金项目: 国家重点研发计划基金资助项目 (2016YFD0400100), 上海市科学技术委员会工程中心能力提升基金资助项目 (16DZ2280300), 上海海洋大学科技发展专项基金资助项目 (A2-0203-00-100218), 上海市大学生创新基金资助项目 (A1-2049-17-0003)

作者简介: 陈晨伟 (1983-), 男, 浙江台州人, 上海海洋大学讲师, 上海海洋大学博士生, 主要研究方向为食品包装与保鲜, E-mail: cwchen@shou.edu.cn

通信作者: 谢晶 (1968-), 女, 浙江嵊州人, 上海海洋大学教授, 博士, 博士生导师, 主要从事食品冷冻冷藏与保鲜方面的教学与研究, E-mail: jxie@shou.edu.cn

阻隔性能的影响, 以期对活性包装薄膜材料在食品包装中的应用提供参考。

1 试验

1.1 试验材料与主要仪器设备

PVA 树脂, 聚合度 1799, 购于中国石化上海石油化工股份有限公司; 丙三醇、微晶纤维素、吐温 -80, 购于国药集团, 均为分析纯; 绿茶提取物, 购于郑州景德化工产品有限公司。

恒温加热磁力搅拌器, DF101 型, 邦西仪器科技(上海)有限公司生产; 电子天平, YP202N 型, 上海精密科学仪器有限公司生产; 恒温恒湿箱, LHS-80HC-I, 上海一恒科学仪器有限公司生产; 螺旋测微仪, 桂林广陆数字测控股份有限公司生产; 色差仪, CR-400/410 型, 柯尼卡美能达控股公司生产; 紫外可见分光光度计, UV-2100 型, 尤尼柯(上海)仪器有限公司生产; 水蒸气透过率测试仪, PERMANTRAN-W[®] Model 1/50 型, 美国膜康公司生产; 智能电子拉力试验机, DIAMON XLW 型, 气体渗透测试仪, DIAMON G2/132 型, 均为济南兰光机电技术有限公司生产。

1.2 试验过程

1.2.1 薄膜制备

首先参照文献 [5] 的制备方法, 制备得到含 MCC (PVA 干质量的 2.0%) 的 PVA 胶液。再参照文献 [1] 的制备方法, 向 PVA 胶液中加入一定量的绿茶提取物 (PVA 干质量的 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%), 混合均匀脱除气泡后, 通过流延法制备得到含不同浓度绿茶提取物的 PVA/MCC 薄膜, 分别标记为 PVA-MCC-0GTE、PVA-MCC-0.5GTE、PVA-MCC-1.0GTE、PVA-MCC-1.5GTE 和 PVA-MCC-2.0GTE, 将它们装入高阻隔铝箔袋中抽真空密封保存备用。

1.2.2 薄膜性能测定

1) 厚度。在各薄膜样品上任意取 5 点, 采用螺旋测微仪测量其厚度, 再取其平均值。

2) 色差。薄膜的颜色采用色差仪测定, 以 L^* , a^* , b^* 和 ΔE 值来表示 (其中 L^* 表示亮度, a^* 表示红绿色, b^* 表示黄蓝色, ΔE 表示总色差), 每组薄膜样品测 5 个平行值, 再取其平均值。 ΔE 的计算公式如下:

$$\Delta E = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{0.5}$$

3) 透明性。薄膜的透明性参照文献 [8] 的方法, 采用不透明度来表征, 用紫外分光光度计在 600 nm 吸光度处测定。不透明度 O 的计算公式为

$$O = Abs_{600}/L,$$

式中: Abs_{600} 为薄膜 600 nm 处的吸光度值;

L 为薄膜厚度。

4) 力学性能。薄膜的力学性能采用抗拉强度和断裂伸长率来表征, 抗拉强度和断裂伸长率用电子拉力试验机进行测定。将薄膜样品裁剪成矩形试样 (80 mm × 15 mm), 拉力试验机原始标距设置为 50 mm, 拉伸速度为 50 mm/min。每个薄膜样品测 5 个平行值, 再取其平均值。

5) 疏水性能。参照文献 [9] 的方法, 薄膜的疏水性能采用溶胀率和持水率来表征。溶胀率 SR 计算公式为

$$SR = \frac{M_e - M_i}{M_i} \times 100\%,$$

式中: M_e 为薄膜样品溶胀后的质量;

M_i 为薄膜样品烘干后的质量。

持水率 $WVUR$ 计算公式为

$$WVUR = \frac{M_w - M_i}{M_i} \times 100\%,$$

式中 M_w 为薄膜样品吸湿后的质量。

6) 水蒸气透过性能。水蒸气透过性能采用水蒸气透过系数来表征, 用水蒸气透过率测试仪进行测定。每个薄膜样品测 3 个平行值, 再取其平均值。

7) 氧气透过性能。氧气透过性能采用氧气渗透系数来表征, 用气体渗透仪进行测定。每个薄膜样品测 3 个平行值, 再取其平均值。

1.3 数据分析

数据分析时, 采用 SPSS (statistical product and service solutions) 软件进行方差分析, 用软件中的 Duncan's 模块进行多组样本间差异显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 色差和透明性

不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的颜色和透明性如表 1 所示。由表可知, 随着绿茶提取物的加入, 薄膜的 L^* 值降低, 而 a^* , b^* 和 ΔE 值显著增加, 表明薄膜亮度变暗。随着绿茶提取物含量的增加, 其颜色趋于红色、黄色, 透明性显著 ($p < 0.05$) 降低, 这些主要是由绿茶提取物本身的颜色 (浅黄褐色) 所引起

的。纯 PVA/MCC 薄膜的透明性好, 绿茶提取物通过共混均匀地分布到薄膜中, 使薄膜呈现出绿茶提取物

的颜色, 并且随着含量的增加更加明显, 这与将绿茶提取物加入到壳聚糖薄膜^[10-11]中得到的结果相似。

表 1 不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的颜色和透明性

Table 1 Color and transmittance of PVA/MCC films incorporated with different GTE contents

样品编号	厚度 /mm	L^*	a^*	b^*	ΔE	O
PVA-MCC-0GTE	0.058 ± 0.001 ^c	93.72 ± 0.35 ^a	-0.79 ± 0.02 ^e	4.78 ± 0.02 ^e	0.67 ± 0.03 ^e	0.71 ± 0.02 ^e
PVA-MCC-0.5GTE	0.059 ± 0.001 ^{abc}	90.70 ± 0.15 ^b	0.45 ± 0.02 ^d	11.78 ± 0.02 ^d	8.10 ± 0.04 ^d	1.23 ± 0.02 ^d
PVA-MCC-1.0GTE	0.060 ± 0.002 ^{ab}	89.53 ± 0.23 ^c	0.81 ± 0.03 ^c	15.68 ± 0.03 ^c	12.13 ± 0.04 ^c	1.54 ± 0.02 ^c
PVA-MCC-1.5GTE	0.058 ± 0.001 ^{bc}	88.79 ± 0.34 ^{cd}	0.92 ± 0.03 ^b	17.70 ± 0.02 ^b	14.28 ± 0.01 ^b	1.87 ± 0.03 ^b
PVA-MCC-2.0GTE	0.061 ± 0.001 ^a	88.51 ± 0.32 ^d	1.57 ± 0.03 ^a	19.61 ± 0.03 ^a	16.22 ± 0.03 ^a	2.13 ± 0.02 ^a

注: 表中同列数据上标的字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$), 下同。

2.2 力学性能

不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的抗拉强度和断裂伸长率如图 1 所示。

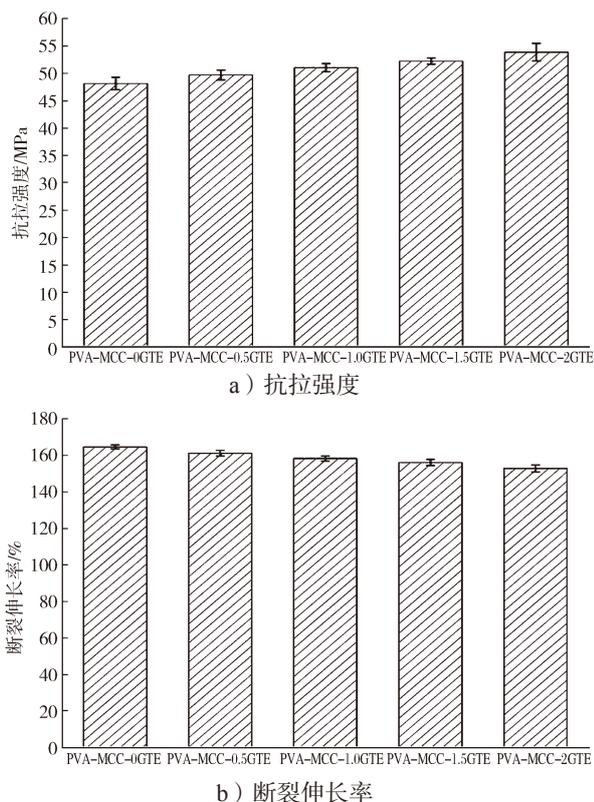


图 1 不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的力学性能

Fig. 1 Mechanical property of PVA/MCC films incorporated with different GTE contents

由图 1 可知, PVA/MCC 薄膜的抗拉强度随薄膜中绿茶提取物含量的增加而显著增加, 断裂伸长率则显著降低。与不含绿茶提取物的 PVA/MCC 薄膜相比, 含质量分数为 2% 绿茶提取物的薄膜力学性能最佳, 其抗拉强度增加了 11.87%, 断裂伸长率降低了 7.15%。结果表明随着薄膜中绿茶提取物含量的增加,

薄膜内分子链流动性降低, 提高了薄膜的刚性, 降低了其延展性, 这主要归因于绿茶提取物与 PVA、微晶纤维素在薄膜内相互作用, 形成了新的氢键, 使其分子间作用力增加、薄膜网络结构增强, 从而改善了薄膜的力学性能。将绿茶提取物分别加入到明胶和肌原纤维蛋白薄膜中, 也得到了相似的结果^[12-13]。

2.3 疏水性能

表 2 为不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的溶胀率和持水率。由表 2 可知, 薄膜的溶胀率和持水率均随着绿茶提取物含量的增加而降低, 表明绿茶提取物的加入使薄膜的疏水性能得到了改善。与未含绿茶提取物的 PVA/MCC 薄膜相比, 添加了绿茶提取物的薄膜的溶胀率降低了 0.48%~2.46%, 持水率降低了 2.75%~11.40%。结果表明, 由于 PVA 与绿茶提取物之间形成相互作用的氢键, 使得 PVA 分子链上的羟基减少, 导致可用于结合水分子的自由空间和相互作用点数量减少^[14], 使得薄膜内部结构更不易吸收、结合水分子, 从而提高了薄膜的疏水性能。

表 2 不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的疏水性能
Table 2 Water resistance property of PVA/MCC films incorporated with different GTE contents

样品编号	溶胀率 /%	持水率 /%
PVA-MCC-0GTE	305.08 ± 4.46 ^a	27.27 ± 0.33 ^a
PVA-MCC-0.5GTE	303.62 ± 1.54 ^{ab}	26.52 ± 0.29 ^b
PVA-MCC-1.0GTE	300.45 ± 1.46 ^{abc}	25.68 ± 0.38 ^c
PVA-MCC-1.5GTE	299.31 ± 1.13 ^{bc}	24.95 ± 0.24 ^d
PVA-MCC-2.0GTE	297.57 ± 1.29 ^c	24.16 ± 0.26 ^e

2.4 水蒸气透过性能

图 2 为不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的水蒸气透过系数。

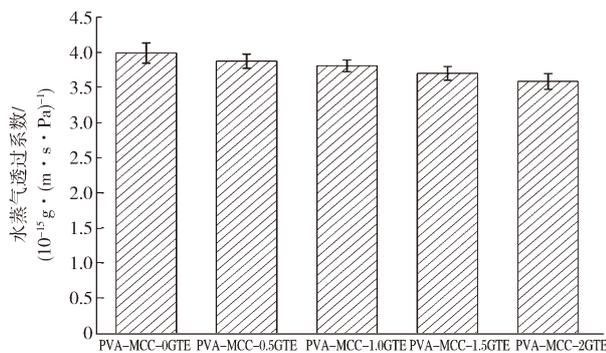


图2 不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的水蒸气透过系数

Fig. 2 Water vapor transmission rate coefficient of PVA/MCC films incorporated with different GTE contents

由图2可知,对比未含绿茶提取物的PVA/MCC薄膜,薄膜的水蒸气透过系数因绿茶提取物的加入略有降低,但降低不明显。当绿茶提取物含量为2%时,薄膜的水蒸气透过系数由原来的 $4.007 \times 10^{-15} \text{ g}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ 降低到 $3.603 \times 10^{-15} \text{ g}/(\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$,降低了10.08%。结果表明绿茶提取物的加入提高了薄膜的水蒸气阻隔性能。因为PVA亲水性强,水分子与PVA分子链相互作用时可削弱薄膜内分子间作用力,增加了水分子扩散透过薄膜的速率^[15]。绿茶提取物加入到PVA薄膜中,提高了薄膜的疏水性能,从而减弱了水分子在薄膜中的扩散能力。另外,薄膜结构由于PVA、微晶纤维素和绿茶提取物之间通过氢键的相互作用变得更加紧密,使得水蒸气透过薄膜变得更加困难。Peng Yong^[10]和B. Giménez^[16]等报道了将绿茶提取物加入到壳聚糖、明胶等薄膜中,由于绿茶提取物与薄膜基材间的相互作用,薄膜的水蒸气阻隔性能得到了提高。而C. López De Dicastillo等^[17]将绿茶提取物加入到乙烯乙二醇共聚物薄膜中发现,薄膜的水蒸气透过率在中低湿度环境下下降,而在高湿度环境下升高,主要原因是绿茶提取物的亲水性高于乙烯乙二醇共聚物。

2.5 氧气透过性能

不同含量绿茶提取物PVA/MCC薄膜的氧气透过系数如图3所示。

由图3可得,PVA/MCC薄膜的氧气透过系数随着绿茶提取物含量的增加而降低,表明绿茶提取物的加入提高了薄膜的氧气阻隔性。含质量分数为2%绿茶提取物PVA/MCC薄膜的氧气透过系数较未含绿茶提取物的薄膜降低了14.70%。这主要归因于加入绿茶提取物引起的薄膜疏水性的提高和PVA、微晶纤

维素与绿茶提取物之间相互作用。一方面,当薄膜贮藏于一定湿度环境下,疏水性能较好的薄膜,水分子与其PVA分子链中的羟基作用相对减少^[18],薄膜内分子间作用力被削弱的程度较疏水性能差的薄膜降低,从而阻碍了氧分子扩散透过薄膜。另一方面,PVA、微晶纤维素和绿茶提取物之间通过氢键相互作用,使薄膜内部结构变得更加紧密,从而提高了薄膜的氧气阻隔性能。

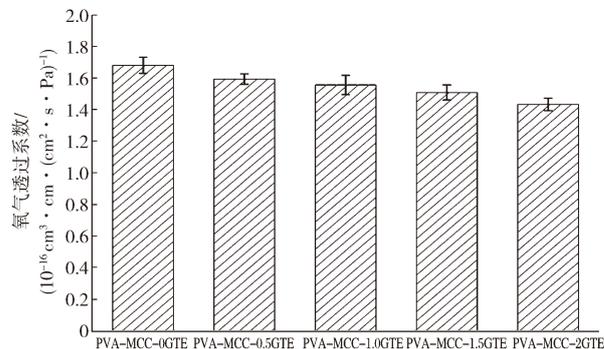


图3 不同含量绿茶提取物 PVA/MCC 薄膜的氧气透过系数

Fig. 3 Oxygen transmission rate coefficient of PVA/MCC films incorporated with different GTE contents

3 结论

综上所述,可得如下结论:

- 1) 随着薄膜中绿茶提取物含量的增加,薄膜亮度变暗,薄膜颜色趋于红色、黄色,薄膜透明性显著降低;
- 2) 随着薄膜中绿茶提取物含量的增加,薄膜的抗拉强度显著提高,断裂伸长率降低;
- 3) 随着薄膜中绿茶提取物含量的增加,薄膜的溶胀率、持水率降低,提高了薄膜的疏水性能;
- 4) 随着薄膜中绿茶提取物含量的增加,薄膜的水蒸气透过系数和氧气透过系数都有所降低。

因此,绿茶提取物的加入,提高了PVA/MCC薄膜的力学性能、疏水性和气体阻隔性,为其作为活性包装薄膜材料在食品包装中的应用提供了基础。

参考文献:

- [1] 陈晨伟,段恒,贺璇璇,等.茶多酚改性对聚乙烯醇膜吸湿特性及抗氧化活性的影响[J].食品科学,2016,37(1):40-44.
CHEN Chenwei, DUAN Heng, HE Xuanxuan, et al.

- Effect of Tea Polyphenols on Moisture Absorption and Antioxidant Activity of Poly-(Vinyl Alcohol)-Based Film[J]. *Food Science*, 2016, 37(1): 40–44.
- [2] MUSETTI A, PADERNI K, FABBRI P, et al. Poly (Vinyl Alcohol)-Based Film Potentially Suitable for Antimicrobial Packaging Applications[J]. *Journal of Food Science*, 2014, 79(4): 577–582.
- [3] 张燕, 杨福馨, 蒋硕, 等. 柠檬酸/PVA 抗菌薄膜性能的研究[J]. *包装工程*, 2014, 35(21): 10–14.
ZHANG Yan, YANG Fuxin, JIANG Shuo, et al. Properties of Citric Acid-Loaded PVA Antibacterial Films[J]. *Packaging Engineering*, 2014, 35(21): 10–14.
- [4] 陈晨伟, 谢晶, 贺璇璇, 等. 含 α -生育酚的PE/PVA 活性包装膜对鲜切苹果品质的影响[J]. *包装工程*, 2015, 36(21): 17–21.
CHEN Chenwei, XIE Jing, HE Xuanxuan, et al. Effect of PE/PVA Active Packaging Film Containing α -Tocopherol on Quality of Fresh-Cut Apple[J]. *Packaging Engineering*, 2015, 36(21): 17–21.
- [5] 陈晨伟, 陈柚吉, 许哲玮, 等. 微晶纤维素改性对聚乙烯醇薄膜性能的影响[J]. *包装工程*, 2017, 38(9): 85–90.
CHEN Chenwei, CHEN Youji, XU Zhewei, et al. Effect of Modified Microcrystalline Cellulose on Properties of Poly-(Vinyl Alcohol) Film[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(9): 85–90.
- [6] 雷艳雄, 尹月玲, 靳国锋, 等. 纳米SiO₂对PVA 复合涂膜包装材料成膜透湿性能的影响[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(10): 359–364.
LEI Yanxiong, YIN Yueling, JIN Guofeng, et al. Effect of Nano-SiO₂ on Water Vapor Transmission Rate of Formed Film of PVA-Based Composite Coating-Packaging Material[J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(10): 359–364.
- [7] 白露, 张力平, 曲萍, 等. 聚乙烯醇/纳米纤维素复合膜的渗透汽化性能及结构表征[J]. *高等学校化学学报*, 2011, 32(4): 984–989.
BAI Lu, ZHANG Liping, QU Ping, et al. Pervaporation Properties and Characterization of Poly (Vinyl Alcohol)/Cellulose Nanocrystal Composite Membranes[J]. *Chemical Journal of Chinese Universities*, 2011, 32(4): 984–989.
- [8] PARK S I, ZHAO Y. Incorporation of a High Concentration of Mineral or Vitamin into Chitosan Based Films[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, 52(7), 1933–1939.
- [9] LIU G C, SONG Y, WANG J M, et al. Effects of Nanoclay Type on the Physical and Antimicrobial Properties of PVOH-Based Nanocomposite Films[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2014, 57(2): 562–568.
- [10] PENG Y, WU Y, LI Y F. Development of Tea Extracts and Chitosan Composite Films for Active Packaging Materials[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2013, 59: 282–289.
- [11] UBONRAT S, BRUCE H. Physical Properties and Antioxidant Activity of an Active Film from Chitosan Incorporated with Green Tea Extract[J]. *Food Hydrocolloids*, 2010, 24(8): 770–775.
- [12] NIE X H, GONG Y D, WANG N N, et al. Preparation and Characterization of Edible Myofibrillar Protein-Based Film Incorporated with Grape Seed Procyanidins and Green Tea Polyphenol[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2015, 64(2): 1042–1046.
- [13] WU J L, CHEN S F, GE S Y, et al. Preparation, Properties and Antioxidant Activity of an Active Film from Silver Carp (*Hypophthalmichthys Molitrix*) Skin Gelatin Incorporated with Green Tea Extract[J]. *Food Hydrocolloids*, 2013, 32(1): 42–51.
- [14] KARIMI A, DAUD W M A W. Comparison the Properties of PVA/Na⁺-MMT Nanocomposite Hydrogels Prepared by Physical and Physicochemical Crosslinking[J]. *Polymer Composites*, 2014, 37(3): 897–906.
- [15] MARCOS B, AYMERICH T, MONFORT J M, et al. Physical Performance of Biodegradable Films Intended for Antimicrobial Food Packaging[J]. *Journal of Food Science*, 2010, 75(8): 502–507.
- [16] GIMÉNEZ B, LÓPEZ DE LACEY A, PÉREZ-SANTÍN E, et al. Release of Active Compounds from Agar and Agar-Gelatin Films with Green Tea Extract[J]. *Food Hydrocolloids*, 2013, 30(1): 264–271.
- [17] LÓPEZ DE DICASTILLO C, NERÍN C, ALFARO P, et al. Development of New Antioxidant Active Packaging Films Based on Ethylene Vinyl Alcohol Copolymer (EVOH) and Green Tea Extract[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2011, 59(14): 7832–7840.
- [18] LÓPEZ DE DICASTILLO C, ALONSO J M, CATALÁ R, et al. Improving the Antioxidant Protection of Packaged Food by Incorporating Natural Flavonoids into Ethylene-Vinyl Alcohol Copolymer (EVOH) Films[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, 58(20): 10958–10964.

Effects of Green Tea Extract on Properties of Poly-(Vinyl Alcohol)/ Microcrystalline Cellulose Film

CHEN Chenwei^{1, 2, 3, 4}, FU Kaijia¹, MA Yarui¹, LI Lifan¹, XIE Jing^{1, 2, 3, 4}

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;
2. Shanghai Engineering Research Center of Aquatic-Product Processing & Preservation, Shanghai 201306, China;
3. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Aquatic Products on Storage and Preservation (Shanghai),
Ministry of Agriculture, Shanghai 201306, China; 4. National Experimental Teaching Demonstration Center for
Food Science and Engineering, Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to investigate the effects of green tea extract (GTE) with different contents on the properties of poly-(vinyl alcohol)/microcrystalline cellulose (PVA/MCC) film, PVA/MCC films containing GTE were prepared by solution casting method. The effects of GTE on the properties of the films were evaluated, including color, optical property, mechanical property, water resistant and gas barrier property. The results showed that with the increasing content of GTE, the film became a little darker and its color tended to change toward redness and yellowness, with the light transmittance of the films decreased significantly. The tensile strength of the films increased greatly and the percentage of elongation at break decreased significantly. The swelling ratio and water vapor uptake ratio of the films reduced notably, which suggested that the water resistant property was improved. The water vapor transmission rate coefficient and oxygen transmission rate coefficient of the films decreased as well. With the incorporation of GTE, the mechanical property, water resistant and gas barrier property of the PVA/MCC films were improved, which provided foundation for application of the films in food packaging.

Keywords: green tea extract; poly-(vinyl alcohol)/microcrystalline cellulose; film