

肉桂油/海藻酸钠薄膜物理特性和抗菌性能分析

吕飞¹, 丁祎程¹, 叶兴乾^{2*}

(1. 浙江工业大学生物工程与环境学院, 杭州 310014; 2. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 杭州 310029)

摘要: 为了研究开发新型可降解抗菌包装材料, 该文以添加不同体积肉桂油到海藻酸钠膜液中制成的肉桂油/海藻酸钠抗菌薄膜为研究对象, 比较分析肉桂油添加量对肉桂油/海藻酸钠薄膜厚度、透光率、色泽和水蒸气透过率等物理特性的影响, 同时, 考察其对薄膜的抗菌性能的影响。膜液中肉桂油体积分数在 0~1.0%时, 薄膜厚度无明显变化, 体积分数为 1.2%时, 薄膜厚度显著增加。随着肉桂油体积分数的增加, 薄膜的透光率显著降低, 薄膜水蒸气透过系数增大。肉桂油对薄膜色泽影响显著, 随着肉桂油添加量的增加, 薄膜色泽值 *a* 和 *b* 呈显著增加趋势。膜液中肉桂油体积分数为 0.8% 时, 薄膜抗菌能力显著增强。研究表明, 当膜液中肉桂油体积分数为 0.8% 时, 薄膜具有较好的抗菌效果和物理性能。该研究可为肉桂油/海藻酸钠可降解抗菌薄膜生产工艺参数的进一步优化提供参考。

关键词: 包装, 膜, 物理特性, 肉桂油, 海藻酸钠, 抗菌薄膜, 透光率, 水蒸气透过率

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.02.046

中图分类号: TS206.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-02-0268-05

吕飞, 丁祎程, 叶兴乾. 肉桂油/海藻酸钠薄膜物理特性和抗菌性能分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 268—272.
Lü Fei, Ding Yicheng, Ye Xingqian. Physical and antimicrobial properties of cinnamon oil/alginate film[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(2): 268—272. (in Chinese with English abstract)

0 引言

食品抗菌包装技术是活性包装技术中应用较多的一种, 它可以有效地抑制食品表面的微生物, 延长食品货架期, 保证食品品质。抗菌包装体系一般由包装材料、抗菌剂和食品 3 个部分组成。抗菌剂通常涂在包装材料上, 合成于包装材料内, 固定在包装材料表面或被改良成包装材料^[1]。在包装材料中添加抗菌剂比直接浸泡和喷洒抗菌剂更有优势, 可以大量减少抗菌剂的用量和避免由于食品化学组分影响而降低抗菌剂的抗菌活性。随着人们安全意识的不断提高, 人们更倾向于消费绿色、环保和可生物降解的抗菌包装材料。

海藻酸钠是存在于褐藻类海洋生物中的线性阴离子天然多糖, 由 β -D-甘露糖醛酸和 α -L-古罗糖醛酸通过(1-4)糖苷键聚合而成。二价阳离子可以在离子交换作用下将海藻酸钠中的 Na^+ 置换出, 形成既有强度性能又有弹性的海藻酸钙凝胶。海藻酸钠常被用作可食性涂膜或薄膜的基质^[2]。

肉桂(*Cinnamomum zeylanicum*), 樟科植物, 富含植物精油, 在南亚、东南亚广泛种植。肉桂精油, 尤其是肉桂皮提炼出的精油具有高效的抗菌能力^[3-4]。含肉桂油

的海藻酸钠溶液已被用于食品涂膜保鲜研究^[5-6], 且肉桂油已被添加到壳聚糖^[7]、酪蛋白酸钠^[8]和海藻酸钠-苹果泥^[9]等可食性薄膜中。吕飞, 丁玉庭和叶兴乾^[10]报道了肉桂油/海藻酸钠薄膜能有效维持黑鱼的贮藏品质, 但目前关于肉桂油/海藻酸钠薄膜生产工艺参数未见报道。本文选取肉桂精油作为抗菌剂, 食品级海藻酸钠作为成膜基质, 氯化钙作为交联剂, 研究肉桂油添加量对肉桂油/海藻酸钠抗菌薄膜的物理特性和抗菌性能的影响。为优化肉桂油/海藻酸钠抗菌薄膜的生产工艺参数提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

食品级海藻酸钠(美国 ISP 公司)作为成膜基质。甘油(化学纯)作为增塑剂。氯化钙(化学纯)作为交联剂。纯肉桂精油作为抗菌剂(上海花草小铺公司)。

1.2 膜液配制和肉桂油/海藻酸钠膜的制备

海藻酸钠膜液的制备: 根据本实验室前期试验结果, 将 2 g 海藻酸钠粉末加入到 80℃ 100 mL 的蒸馏水中不断搅拌, 直到膜液澄清。然后冷却至 25℃, 分别加入 0, 0.5, 0.8, 1.0 和 1.2 mL 的肉桂油和 1 mL 的甘油。各处理对应的编号为: C0, C1, C2, C3 和 C4, 其相对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0% 和 1.2%。通过 0.1 mol/L HCl 和 0.1 mol/L NaOH 调节膜液 pH 值为 6.5。所有处理的膜液用电动搅拌器以 2 000 r/min 搅拌 5 min。膜液在 4℃ 冰箱下静止过夜, 除去膜液中的气泡。然后将 50 mL 的膜液倒在水平的 15 cm×15 cm×0.5 cm 的玻璃模具内, 使膜液自然流平, 然后在 100℃ 的干燥箱内加热 40 min (必须保证玻璃板的水平性)。加热程序完成后, 将模具取出, 各处理分别加入

收稿日期: 2011-02-17 修订日期: 2011-11-09

基金项目: 国家高技术研究发展计划资助项目(“863”项目)(SQ2007AA10XK140105)。

作者简介: 吕飞(1980—), 女, 汉族, 河南南阳人, 浙江工业大学讲师, 博士, 主要从事食品活性包装和水产品贮藏加工技术研究。杭州 浙江工业大学生物工程与环境学院, 310014。Email: lufei@zjut.edu.cn

*通信作者: 叶兴乾(1962—), 男, 汉族, 浙江杭州人, 浙江大学教授, 博士, 主要从事农产品贮藏加工研究。杭州 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 310029。Email: psu@zju.edu.cn

质量分数 2% 的氯化钙, 交联 120 s, 然后室温(25℃)下放置 10 h。揭膜。每个处理重复 3 次。

1.3 薄膜存放条件

上述方法制备的薄膜放置在温度为(25±2)℃, 相对湿度为 50%±5% 的环境下 4~5 d。

1.4 薄膜厚度的测定

薄膜厚度用精准度为 0.01 mm 的测微计(瑞士 TESA 公司)在膜的中心及四角距膜边沿 4~5 cm 处各测一次, 每处理重复 3 次。

1.5 薄膜透光率的测定

薄膜透光率(T)的测试依照 ASTM D1746^[11]方法。将薄膜剪成 9 mm×30 mm 的矩形, 放置在分光光度计的比色皿内, 在 560 nm 下测量其透过率。每个处理重复 3 次。薄膜的透光率 $T(\%)=Tr/To\times 100$, Tr 是薄膜在 560 nm 下的透过率, To 是对照, 为不放薄膜时光的透过率(其透过率为 100%)。

1.6 薄膜色泽的测定

使用 TC-PIIG 型全自动测色色差计(北京奥依克光电仪器有限公司)对膜进行色差测定。以白板作为色差测定参比样, 每个处理的薄膜测定 3 次, 取平均值。分别记录薄膜的色差值 L 、 a 、 b 和 ΔE 。 L 为明亮度, $+L$ 高, 表示较亮, $-L$ 高表示较暗; a 为红与绿, $+a$ 高, 表示较红, $-a$ 高, 表示较绿; b 为黄与蓝, $+b$ 高, 表示较黄, $-b$ 高, 表示较蓝; ΔE 为总色差, $\Delta E=\sqrt{\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2}$, 其中 ΔL , Δa , Δb 分别为样品处理前后 L , a , b 的差值。白板的各项参数 $L=92.60$, $a=-25.05$, $b=0.19$ 。

1.7 薄膜水蒸气透过系数(WVP)的测定

薄膜的水蒸气透过系数 WVP(water vapor permeability)采用改进杯重法来测定^[12]。每个处理重复 3 次。海藻酸钠膜被剪成圆形然后用密封胶密封在含有 15 mL 蒸馏水的称量瓶(4.0 cm×2.5 cm)的杯口(杯内相对湿度为 100%)。称量瓶被放在放有无水氯化钙的密封室内(室内相对湿度为 0%), 放置 2 h 直到瓶内水蒸气透过率达到稳定后, 每隔 2 h 称量称量瓶质量, 称量 6 次, 计算其水分减少量。小型风扇被放置与室内确保室内湿度均匀, 室内温度 25℃。当水蒸气以稳定速度透过薄膜后, 水分减少量相对时间的斜率(S)通过线性回归计算, 相关系数都达到 0.99 或者更高。水蒸气透过速率(WVTR)是在水蒸气稳定透过膜的状态下, 其水分减少量相对时间的斜率(S)和膜面积(A)的比值(1)。

$$WVTR=S/A \quad (1)$$

$$WVP=WVTR\times H/\Delta p \quad (2)$$

式中, A 为称量瓶上参加水蒸气透过的有效面积, m^2 ; Δp 为膜内两侧水蒸气压力差, kPa ; H 为薄膜的厚度, mm 。另外 S , $WVTR$ 和 WVP 的单位分别是 g/h , $g/(h\cdot m^2)$ 和 $g\cdot mm/h\cdot kPa\cdot m^2$ 。每个处理重复 5 次。

1.8 薄膜抗菌性能的测试

蜡样芽孢杆菌菌种用营养肉汤 100 mL 在 37℃ 条件下培养活化 24 h, 连续培养活化 2 次, 然后用麦氏比浊仪(北京东方德教育科技有限公司)将菌液用营养肉汤

制成 0.5 麦氏(McFarland)即约 10^8 CFU/mL 浓度的细菌悬浮液。

用打孔器打取薄膜膜片, 薄膜直径为 14 mm。将融化的营养琼脂培养基倒平板, 每个平板 15 mL。用无菌棉签吸取经活化、并调整好菌液浓度的各试验菌悬液, 将菌悬液均匀涂布于培养皿营养琼脂表面。再用无菌镊子夹起薄膜放入含菌培养皿中, 每皿放置各处理膜片一片, 平行做 5 个皿。细菌经 37℃ 恒温培养 24 h, 量取抑菌圈直径和薄膜直径, 求其抑菌率。经过 24 h 的放置, 薄膜直径(D)为(14.23±0.16) mm。

$$\text{抑制率}=\frac{C-D}{C}\times 100\%$$

式中, C 为抑菌圈直径, mm ; D 为薄膜直径, mm 。

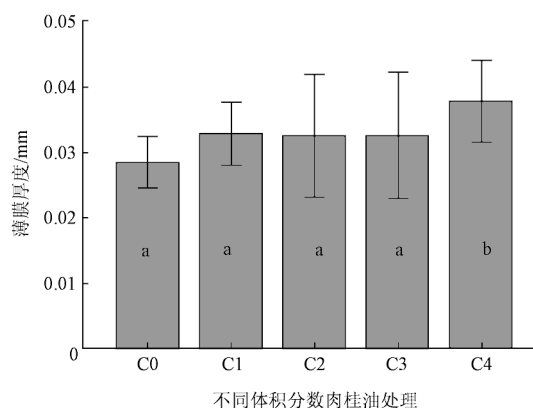
1.9 数据处理分析

试验重复 3 次, 所有试验数据采用 SPSS 软件, 用 LSD 法进行单因素方差分析($p<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对肉桂油/海藻酸钠膜厚度的影响

图 1 显示了膜液中不同体积分数肉桂油对肉桂油/海藻酸钠薄膜厚度的影响。当肉桂油/海藻酸钠成膜溶液中肉桂油的体积分数达到 1.2% 时, 薄膜厚度要比肉桂油体积分数为 0~1.0% 的膜厚度要高($p<0.05$)。当膜液中肉桂油体积分数在 0~1.0% 时, 肉桂油/海藻酸钠薄膜厚度无显著变化($p>0.05$)。Hoque 等^[13]研究发现含有 1.0% 肉桂提取物的墨鱼皮凝胶膜液制成的薄膜的厚度与不含肉桂油提取物的凝胶制成的薄膜的厚度无显著差异($p>0.05$), 与本文结果一致。



注: C0, C1, C2, C3 和 C4 对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0% 和 1.2%, a, b 表示差异显著性($p<0.05$)。

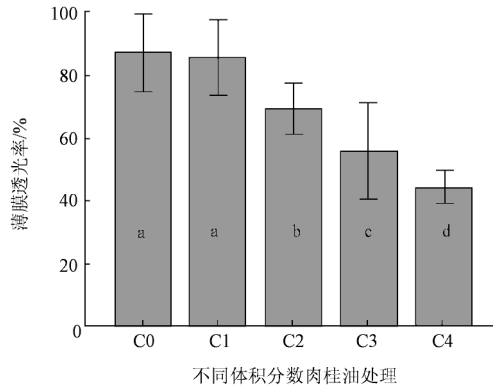
图 1 膜液中不同体积分数肉桂油对薄膜厚度的影响

Fig.1 Effect of different volume fraction of cinnamon oil in film forming solution on film thickness

2.2 不同处理对肉桂油/海藻酸钠膜透光率的影响

Atarés 等^[8]报道肉桂油对含有肉桂油的酪蛋白酸钠可食性薄膜的光学性能具有显著影响。本文研究发现肉桂油添加量对肉桂油/海藻酸钠薄膜的透光率有显著影响, 随着肉桂油/海藻酸钠薄膜成膜溶液中肉桂油体积分数的增加, 薄膜的透光率逐渐降低。C2、C3、C4 差异显

著($p < 0.05$), C0 和 C1 差异不显著($p > 0.05$)。C0 和 C1 的薄膜透光率达到 80%以上, C4 薄膜的透光率只有 40%。这可能是由于肉桂油自身呈现出黄绿色造成的。



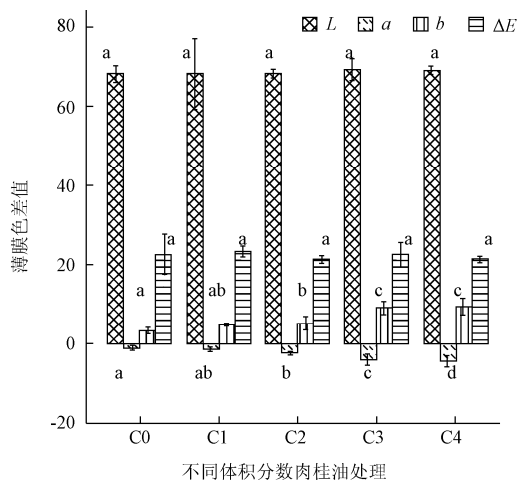
注: C0, C1, C2, C3 和 C4 对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0%和 1.2%, a, b, c, d 表示差异显著性 ($p < 0.05$)。

图 2 膜液中不同体积分数肉桂油对薄膜透光率的影响

Fig.2 Effect of different volume fraction of cinnamon oil in film forming solution on film transparency

2.3 不同处理对肉桂油/海藻酸钠膜色泽的影响

不同处理对肉桂油/海藻酸钠薄膜色差值 L 、 a 和 b 以及总色差值 ΔE 之间的影响见图 3。各处理对薄膜亮度 L 和总色差值 ΔE 都没有显著影响。这一结果与 Pranoto 等研究结果一致^[14]。肉桂油添加量对肉桂油/海藻酸钠薄膜的色差值 a 和 b 有一定影响。由图 3 可以看出, 随着肉桂油添加量的增加 b 值有增加趋势, 说明随着肉桂油添加量的增加薄膜呈现出一点黄色。添加大蒜油的大蒜油/海藻酸钠薄膜中 b 值也随着大蒜油浓度的增加而增加^[14]。C2、C3 和 C4 的 b 值和 C0 的 b 值差异显著, C3 和 C4 的 b 值和 C0、C1 和 C2 的差异显著($p < 0.05$)。当肉桂油体积分数为 1.0%和 1.2%时, 其所对应 b 值差异不显著 (C3 和 C4 差异不显著) ($p > 0.05$)。薄膜的 a 值呈现负值, 且随着肉桂油添加量的增加, a 值有负向增加的趋势, 表明随着肉桂油添加量的增加, 薄膜的绿色趋向更加明显。



注: C0, C1, C2, C3 和 C4 对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0%和 1.2%, a, b, c, d 表示差异显著性 ($p < 0.05$)。

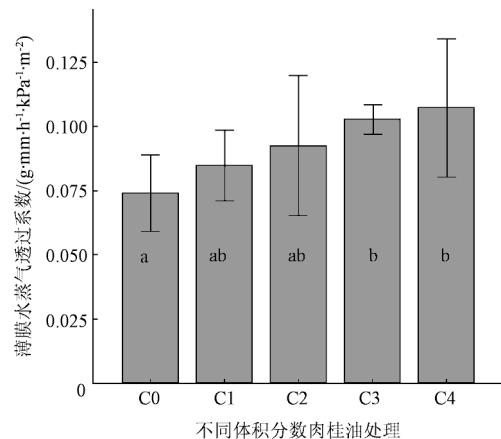
图 3 膜液中不同体积分数肉桂油对薄膜色差值的影响

Fig.3 Effect of different volume fraction of cinnamon oil in film forming solution on value of color difference

这可能是由于肉桂油自身的黄绿色增加了肉桂油/海藻酸钠膜的 a 值和 b 值。

2.4 不同处理对肉桂油/海藻酸钠膜水蒸气透过系数的影响

薄膜水蒸气透过率能够反映薄膜对水分的阻隔效果。膜液中不同体积分数肉桂油对肉桂油/海藻酸钠薄膜水蒸气透过系数 (WVP) 的影响见图 4。薄膜的 WVP 值从 0.07 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$ 增加到了 0.107 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$ 。Hambleton 等^[15]研究了 6% 的海藻酸钠溶液形成的薄膜的 WVP , 其值为 0.88 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$, 这与我们的研究数值相差较大, 这可能是由于成膜方法、测定方法、测试条件、海藻酸钠膜液浓度及组分等因素造成的。一般认为亲油性脂肪的加入能够增强亲水性薄膜对水蒸汽的阻隔性能^[16-18]。但是本文研究发现, 随着肉桂油体积分数的增加其 WVP 值有增加趋势。这与 Atarés 等^[8]的研究结果一致。这可能是由于随着肉桂油添加量的增加, 弱极性的肉桂油减弱了海藻酸钠分子间的紧密排列。C3 和 C4 的 WVP 值分别为 0.103 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$ 和 0.107 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$, 两者差异不显著。C0 的 WVP 值为 0.07 $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{kPa}\cdot\text{m}^2$, 由此看见, 当肉桂油体积分数为 1.0%和 1.2%时, 薄膜的 WVP 和对照 (C0) 有显著差异($p < 0.05$)。



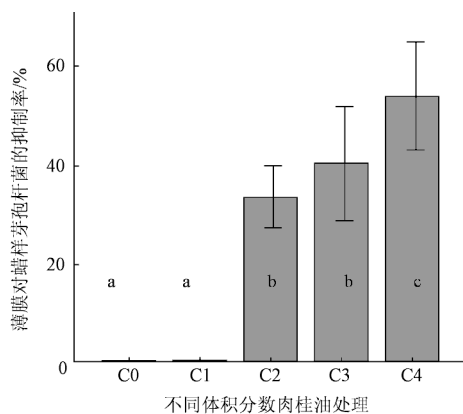
注: C0, C1, C2, C3 和 C4 对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0%和 1.2%, a, b 表示差异显著性 ($p < 0.05$)。

图 4 膜液中不同体积分数肉桂油对薄膜 WVP 的影响

Fig.4 Effect of different volume fraction of cinnamon oil in film forming solution on WVP of film

2.5 不同处理对肉桂油/海藻酸钠膜体外抗菌效果试验的影响

肉桂油是一种可替代化学合成抗菌剂用于食品存贮和运输的新型的抗菌材料^[19]。由图 5 可以看出随着膜液中肉桂油体积分数的增加肉桂油/海藻酸钠薄膜的抗菌性能不断增加。Pranoto 等^[14]研究了大蒜油/海藻酸钠薄膜的抗菌效果, 其抗菌效果随着大蒜油添加量的增加而增加。当膜液中肉桂油体积分数为 0.5%时, 肉桂油/海藻酸钠薄膜未能抑制蜡样芽孢杆菌的生长, 当膜液中肉桂油的体积分数在 0.8%及以上时, 肉桂油/海藻酸钠薄膜对蜡样芽孢杆菌的抑制率显著增加。当膜液中肉桂油体积分数为 1.2%时, 其对蜡样芽孢杆菌的抑制率接近 60%。



注：C0, C1, C2, C3 和 C4 对应成膜溶液中肉桂油体积分数分别为 0、0.5%、0.8%、1.0%和 1.2%，a, b, c 表示差异显著性 ($p < 0.05$)。

图 5 膜液中不同体积分数肉桂油对肉桂油/海藻酸钠膜抗菌效果的影响

Fig.5 Effect of different volume fraction of cinnamon oil in film forming solution on film antimicrobial activity

膜液中肉桂油体积分数在 0.8%及以上时，肉桂油/海藻酸钠薄膜具有较好的抗菌效果，但随着肉桂油添加量的增加其色泽和透光率呈现不良表现，且植物精油售价较高，为降低成本，应在合理范围内尽量减少肉桂油的添加量。综合考虑，膜液中肉桂油体积分数 0.8%为宜。

3 结 论

比较了膜液中不同体积分数肉桂油对肉桂油/海藻酸钠薄膜抗菌效果和薄膜性能的影响，结果表明膜液中肉桂油添加量对薄膜的抗菌效果和薄膜的透光率、色差值的 a 值和 b 值有较大影响。肉桂油体积分数 $\geq 0.8\%$ 时，其抗菌效果较好。低体积分数的肉桂油可以降低薄膜的水蒸气透过系数，减低薄膜厚度，提高薄膜透光率和色泽感。因此，建议膜液中 0.8%的肉桂油（体积分数）为最佳添加量，即可以保证薄膜良好的物理性能又使薄膜具有较好的抗菌效果。

[参 考 文 献]

- [1] Suppakul P, Sonneveld K, Bigger S W, et al. Efficacy of polyethylene-based antimicrobial films containing principal constituents of basil[J]. LWT - Food Sci Technol. 2008, 41(5): 779—788.
- [2] Rhim J W. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films[J]. LWT-Food Sci Technol. 2004, 37(3): 323—330.
- [3] Raharivelomanana P J, Terrom G P, Bianchini J P, et al. Contribution to the study of the antimicrobial action of some essential oils extracted from plants of Madagascar II. Lauraceae[J]. Archives De L Institut Pasteur. 1989, 56(1): 261—272.
- [4] Chao S C, Young D G, Oberg C J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses[J]. J Essent Oil Res. 2000, 12(5): 639—649.
- [5] Lu F, Ding Y T, Ye X Q, et al. Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets[J]. LWT-Food Sci Technol. 2010, 43(9): 331—335.
- [6] 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]. Int J Food Microbiol. 2008, 121(3): 313—327.
- [7] Ojagh S M, Rezaei M, Razavi S H, et al. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water[J]. Food Chem. 2010, 122(1): 161—166.
- [8] Atarés L, Bonilla J, Chiralt A. Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils[J]. J Food Eng. 2010, 100(4): 678—687.
- [9] Rojas-Graü M A, Avena-Bustillos R J, Olsen C, et al. Effects of plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films[J]. J Food Eng. 2007, 81(3): 634—641.
- [10] ASTM D1746-09, Standard Test Method for Transparency of Plastic Sheeting [S].
- [11] 吕飞, 丁玉庭, 叶兴乾. 含肉桂油和 Nisin 的海藻酸钠薄膜保鲜黑鱼性能分析[J]. 农业机械学报, 2011, 42(5): 146—150.
Lü Fei, Ding Yuting, Ye Xingqian. Effect of Alginate Film Containing Cinnamon and Nisin on the Freshness of Northern Snakehead[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(5): 146—150. (in Chinese with English abstract)
- [12] McHugh T, Avena-Bustillos R, Krochta J. Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects[J]. J Food Sci. 1993, 58(4): 899—903.
- [13] Hoque M, Benjakul S, Prodpran T. Properties of film from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin gelatin incorporated with cinnamon, clove and star anise extracts[J]. Food Hydrocolloids. 2011, 25(5): 1085—1097.
- [14] Pranoto Y, Salokhe V M, Rakshit S K. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil[J]. Food Res Int. 2005, 38(3): 267—272.
- [15] Hambleton A, Debeaufort F, Bonnotte A, et al. Influence of alginate emulsion-based films structure on its barrier properties and on the protection of microencapsulated aroma compound[J]. Food Hydrocolloid, 2009, 23(8): 2116—2124.
- [16] Anker M, Berntsen J, Hermansson A M, et al. Improved water vapor barrier of whey protein films by addition of an acetylated monoglyceride[J]. Innov Food Sci Emerg. 2002, 3(1): 81—92.
- [17] Chen H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins[J]. J Dairy Sci. 1995, 78(11): 2563—2583.
- [18] Pérez-Gago M B, Krochta J M. Lipid particle size effect on water vapor permeability and mechanical properties of whey protein/beeswax emulsion films[J]. J Agric Food Chem. 2001, 49(2): 996—1002.
- [19] Tzortzakis N G. Impact of cinnamon oil-enrichment on microbial spoilage of fresh produce[J]. Innov Food Sci Emerg. 2009, 10(1): 97—102.

Physical and antimicrobial properties of cinnamon oil/alginate film

Lü Fei¹, Ding Yicheng¹, Ye Xingqian^{2*}

(1 College of Biological and Environmental Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China;

2. Department of Food Science and Nutrition, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract: In order to study new biodegradable antimicrobial packaging materials, the antimicrobial films were prepared by incorporated different volume fraction cinnamon oil into alginate solution, and then the physical properties of film thickness, transparency (*T*), color, water vapor permeability (*WVP*) and antimicrobial properties were studied. The film thickness had nearly not changed when the volume fraction of cinnamon oil in the film forming solution increased from 0 to 1.0%, but increased significantly when the volume fraction of cinnamon oil reached to 1.2%. The film transparency decreased significantly but *WVP* increased with the increase of cinnamon oil. Cinnamon oil had an obviously effect on the film color, with the significant increase of *a* and *b* values. The film displayed obvious antimicrobial efficiency, when the volume fraction of cinnamon oil in the film forming solution arrived at 0.8%. In conclusion, the film made by alginate film forming solution with the volume fraction of cinnamon oil of 0.8% was of better antimicrobial efficiency and better physical properties. The study can provide a reference for the processing of biodegradable antimicrobial cinnamon oil/alginate film.

Key words: packaging, films, physical properties, cinnamon oil, alginate, antimicrobial, transparency, water vapor permeability