

茶多糖对海藻酸钠—淀粉—茶末复合膜性能的影响

Effects of tea polysaccharide on the properties of sodium alginate/starch/tea powder composite membrane

陈 龙^{1,2} 陈 晖^{1,2} 朱 静^{1,2} 刘成洋^{1,2} 王 清^{1,2}

CHEN Long^{1,2} CHEN Hui^{1,2} ZHU Jing^{1,2} LIU Chengyang^{1,2} WANG Qing^{1,2}

(1. 信阳农林学院食品学院, 河南 信阳 464000; 2. 河南省大别山

特色食物资源综合利用工程技术研究中心, 河南 信阳 464000)

(1. Food College, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang, Henan 464000, China;

2. Henan Province Dabie Mountain Characteristic Food Resources Comprehensive Utilization Engineering Technology Research Center, Xinyang, Henan 464000, China)

摘要:目的: 开发绿色环保海藻酸钠—淀粉—茶末复合膜。

方法:向海藻酸钠—淀粉—茶末复合膜中添加不同质量分数的茶多糖, 探究其对复合膜全红外阻隔率、色差、水溶性、水蒸气透过系数、力学性能、厚度、含水率、自由基清除率、抑菌性等性能的影响。**结果:**茶多糖和海藻酸钠有很强的相互作用。当茶多糖质量分数为 5.00% 时, 复合膜拉伸强度最大, 为 9.71 MPa; 断裂伸长率最大, 为 25.42%, 水蒸气透过系数最小, 为 $2.38 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{mm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$, 此时其抑菌性能最好。复合膜的抗氧化性随茶多糖添加量的增加而增加, 最高可达 85.49%。**结论:**茶多糖对复合膜理化性质及抑菌抗氧化性能均有一定影响。当茶多糖质量分数为 5.00% 时, 复合膜具有最佳的力学性能、阻湿性能及抑菌性能。

关键词: 茶多糖; 海藻酸钠; 淀粉; 茶末; 复合膜; 性能

Abstract: Objective: This study aimed to develop a green and environment-friendly sodium alginate/starch/tea powder composite membrane. **Methods:** Tea polysaccharides with different mass fractions were added to the sodium alginate/starch/tea powder composite film to investigate the influence of tea polysaccharides on the properties of sodium alginate/starch/tea powder composite film. Therefore, full infrared barrier, color

difference, water solubility, water vapor permeability, tensile strength, elongation at break, thickness, water content, free radical clearance and bacteriostasis were measured. **Results:** A strong interaction between tea polysaccharides and sodium alginate were found. The composite film with tea polysaccharide content of 5% exhibited the best comprehensive performance. The best bacteriostatic performance was observed when the tensile strength, elongation at break, water vapor permeability were 9.71 MPa, 25.42%, and $2.38 \times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{mm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$, respectively. The antioxidant activity of the composite membrane increased with the increase of the amount of tea polysaccharide added, with a maximum of 85.49%. **Conclusion:** Tea polysaccharides can improve physicochemical properties, antibacterial and antioxidant properties of the composite membrane. When the mass fraction of tea polysaccharides was 5.00%, the composite membrane had the best mechanical, moisture, and antibacterial properties.

Keywords: tea polysaccharide; sodium alginate; starch; tea powder; composite membrane; performance

基金项目: 信阳农林学院学校青年基金项目(编号: 2019LG002); 信阳农林学院高水平科研孵化器建设基金(编号: FCL202110, FCL202014)

作者简介: 陈龙, 男, 信阳农林学院讲师, 硕士。

通信作者: 王清(1988—), 女, 信阳农林学院讲师, 博士。

E-mail: 2479902416@qq.com

收稿日期: 2023-01-09 **改回日期:** 2023-08-18

生物复合膜因其可降解性、绿色环保等性质成为研究热点。海藻酸钠是从褐藻海带中提取的副产品, 因具有良好的成膜性而被用于生物复合膜, 但单一成分的海藻酸钠成膜性能较差, 而玉米变性淀粉与海藻酸钠有良好的相容性, 能改善生物复合膜的性能。王静平^[1]研究表明, 海藻酸钠与甘油塑化玉米淀粉结合制备可食膜可提高膜的拉伸强度、耐水性和阻油性。玉米淀粉由于其自身营养丰富容易滋生各种细菌从而阻碍其在食品包装

领域的应用,加强其抗氧化和抑菌能力是目前继续研究的问题之一。信阳毛尖茶末是在加工过程中产生的废弃物,这些茶末无法被加工成商品而遭到废弃,但茶末中含有多种活性成分,如茶多酚等。将茶末作为原料加入到生物复合膜中,不仅能改善生物复合膜的性能还能提高废弃茶末的利用率。梁杰等^[2]以玉米淀粉、海藻酸钠为基材,茶多酚为功能性添加剂制备生物复合膜,可提高膜的机械性能、抗氧化性和抑菌性。卢俊宇等^[3]探究茶多酚对淀粉及复合膜功能性的影响,结果表明,加入茶多酚可显著提高膜的力学性能、阻湿性能、抗菌和抗氧化性能。综上所述,生物复合膜具有良好的机械性能、抑菌性能、抗氧化性能,但目前其研究并不充分。

茶多糖作为一类天然复合多糖,结构中有独立连接糖链的氨基酸^[4],具有抗癌^[5]、抗氧化^[6]等功能,而将其应用于生物复合膜中鲜见报道。在前人研究的基础上,将茶多糖作为原料添加到海藻酸钠-淀粉-茶末复合膜中,考察不同质量分数茶多糖对复合膜全红外阻隔率、色差、水溶性、水蒸气透过率、拉伸强度、断裂伸长率、厚度、含水率、自由基清除率、抑菌性和傅里叶变换红外光谱分析的影响,以期得到具有绿色环保、可隔热保温、抗氧化性和抑菌性等特点的复合膜,实现复合膜的性能优化。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

茶末:河南省信阳市信阳毛尖夏茶加工废料夏茶末;
海藻酸钠:分析纯,天津市登封化学试剂厂;
玉米变性淀粉:食品级,上海鑫泰食品配料商城;
茶多糖:食品级,江西富之源生物科技有限公司;
无水乙醇:分析纯,武汉市中天化工有限责任公司;
DPPH:分析纯,上海麦克林生化科技有限公司;
大肠杆菌:信阳农林学院食品学院;
营养琼脂培养基:杭州滨和微生物试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

分析天平:CP214型,上海奥豪斯仪器有限公司;
紫外分光光度计:A390型,上海翱艺仪器有限公司;
立式高压灭菌锅:LDZM-80L型,上海申安医疗器械厂;
电热恒温水浴锅:XMTD-7000型,北京市永光明医疗仪器有限公司;
生化培养箱:MQL-621R型,上海旻泉仪器有限公司;
电热恒温鼓风干燥箱:JC101-2A型,上海跃进医疗器械厂;
傅里叶红外变换色谱仪:iS5型,赛默飞世尔科技公司;

真空干燥箱:DZF-6090型,上海一恒科学仪器有限公司;

台式分光测色仪:YS6003型,深圳市三思时科技有限公司;

质构仪:TMS-PRO型,北京盈盛恒泰科技有限责任公司;

太阳膜测试仪:LS182型,深圳市林上科技有限公司;

覆层检测仪:TC600型,上海高致精密仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 不同质量分数茶多糖复合膜的制备 在前期试验的基础上,参照张蓉等^[7]的方法稍作改动,在100 mL含2 mL甘油的蒸馏水中按照质量分数加入茶末2.0%、淀粉1.5%、海藻酸钠6.5%(粉碎,过250目标标准筛),均匀混合,在60℃恒温水浴下搅拌10 min,然后向混合溶液加入不同质量分数(0,1.25%,2.50%,5.00%,7.50%)的茶多糖,50℃下水浴并搅拌60 min之后,将所制得的膜液趁热倒入模具中,采用流延成膜法,待膜液分布均匀,将模具放入60℃真空干燥箱,真空度-0.055 MPa下干燥7 h,取出模具,将产品从模具中揭下,形成复合膜。

1.2.2 复合膜傅里叶变换红外光谱分析 根据常馨月等^[8]的方法。

1.2.3 复合膜全红外阻隔率测定 根据景江^[9]的方法稍作修改,使用LS182太阳膜测试仪对添加不同质量分数茶多糖新型复合膜进行全红外阻隔率测定。

1.2.4 复合膜色差测定 根据卢俊宇等^[3]的方法,采用色差计测定复合膜的色泽差异, L^* 值代表明度, a^* 代表红绿色度,正值表示红色程度,负值表示绿色程度, b^* 代表黄蓝色度,正值表示黄色程度,负值表示蓝色程度,用标准白板GSB A67002-86($L=99.77$ 、 $a=0.03$ 、 $b=0.30$)校正,根据式(1)计算总色差。

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (1)$$

1.2.5 复合膜厚度测定 参照徐宏蕾等^[10]的方法稍作修改,在被测膜上中心及周围均匀取10个点,精确至0.001 mm,以平均值作为复合膜的厚度值 t 。

1.2.6 复合膜水溶性测定 参照莫新迎等^[11]的方法稍作修改,将膜裁剪成20 mm×20 mm的正方形放入培养皿中,将其放入鼓风干燥箱中,105℃干燥3 h后称重,然后倒入50 mL蒸馏水使膜完全浸泡在蒸馏水中,置于封闭环境下24 h。将培养皿放入鼓风干燥箱中105℃干燥3 h后称重,按式(2)计算水溶性。

$$S = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

S——水溶性, %;

m_1 ——第 1 次干燥后膜的质量, g;

m_2 ——第 2 次干燥后膜的质量, g。

1.2.7 复合膜水蒸气透过系数测定 参照卞紫秀等^[12]的方法并稍作修改, 称取 5 g 无水氯化钙, 置于恒重称量瓶中, 再将待测膜密封于称量瓶表面, 称取其重量, 将称量瓶置于 25 ℃、相对湿度 60% 培养箱中, 然后室温下保存 24 h 称重。根据式(3)计算水蒸气透过系数。

$$W_{VP} = \frac{\Delta m \times \lambda}{t \times A \times \Delta P}, \quad (3)$$

式中:

W_{VP} ——水蒸气透过系数, $\text{g} \cdot \text{mm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{Pa})$;

Δm ——测试前后称量瓶的质量变化, g;

t ——时间, d;

A ——受测膜面积, cm^2 ;

x ——膜的厚度, mm;

ΔP ——膜两侧水蒸气压差(25 ℃、相对湿度 60% 时为 1 896 Pa), Pa。

1.2.8 复合膜含水率测定 参照 Xu 等^[13]的方法稍作修改, 将膜裁成 20 mm×20 mm 正方形, 称重后置于 105 ℃鼓风干燥箱中干燥 1 d, 取出后置于干燥器中不断称重至恒重, 按式(4)计算含水率。

$$W_C = \left(1 - \frac{m_3 - m_4}{m_3}\right) \times 100\%, \quad (4)$$

式中:

W_C ——含水率, %;

m_3 ——复合膜的初始质量, g;

m_4 ——复合膜干燥后的质量, g。

1.2.9 复合膜拉伸强度、断裂伸长率测定 参照 GB/T 1040.3—2006《塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分: 薄膜和薄片的试验条件》测定复合膜的拉伸强度和断裂伸长率。将复合膜裁成 10 mm×30 mm 的条状, 设置测试速度 60 mm/min, 起始力 0.2 N, 拉伸距离 20 mm。按式(5)计算拉伸强度, 按式(6)计算断裂伸长率。

$$T_s = \frac{L_P}{S}, \quad (5)$$

$$E_{AB} = \frac{\Delta L}{L}, \quad (6)$$

式中:

T_s ——拉伸强度, MPa;

L_P ——最大负荷、断裂负荷、屈服负荷, N;

E_{AB} ——断裂伸长率, %;

ΔL ——膜在断裂时长度的增加值, mm;

L ——膜测试前的长度, mm。

1.2.10 复合膜抗氧化性测定 参照刘涛等^[14]的方法稍作改动, 配制 0.1 mmol/L DPPH 乙醇溶液(95%乙醇),

避光冷藏, 待稀释使用。将膜裁剪为 40 mm×40 mm 正方形, 置于盛有 100 mL 去离子水的烧杯中, 60 ℃水浴加热溶解, 冷却至室温, 作为膜液。将 2 mL 待测膜液加入到 2 mL 0.2 mmol/L 的 DPPH 溶液中, 混合均匀, 避光反应 30 min, 在 517 nm 处测定吸光度值 A_1 , 同时测定 2 mL 0.2 mmol/L 的 DPPH 溶液与 2 mL 去离子水混合后的吸光值 A_0 , 2 mL 待测膜液与 2 mL 95%乙醇混合后的吸光值 A_2 , 按式(7)计算清除率。

$$P = \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_0}\right) \times 100\%, \quad (7)$$

式中:

P ——DPPH 自由基清除率, %;

A_1 ——加膜液后 DPPH 溶液的吸光度;

A_2 ——空白组的吸光度;

A_0 ——对照组的吸光度。

1.2.11 复合膜抑菌性测定 根据李丹^[15]的方法稍作修改, 采用十字交叉划线法, 测试复合膜对大肠杆菌的抑菌性能, 将膜裁为 10 mm×60 mm 的长方形, 紫外光灭菌 30 min 备用。配制大肠杆菌悬液。将膜贴于固体营养琼脂培养基的平板中央, 用灭菌棉签蘸取少量菌液, 靠近薄膜两侧垂直划线。将培养基在 30 ℃恒温培养箱中培养 24 h, 观察大肠杆菌生长情况。

1.2.12 数据处理 每组试验进行 3 次平行, 试验结果使用 SPSS 26.0 软件和 Origin 2021 软件进行显著性差异分析, 结果以均值±标准偏差表示, $P < 0.05$ 表示有显著性差异。

2 结果与分析

2.1 不同质量分数茶多糖复合膜傅里叶变换红外光谱分析

对比图 1 和图 2 可知, 茶多糖在 3 426 cm^{-1} 处的吸收峰为 O—H 的伸缩振动吸收峰^[16], 随着茶多糖质量分数的增加, 该吸收峰强度下降且略微向低波数移动, 表明茶多糖的添加使海藻酸钠和淀粉间氢键作用加强^[16]。复合膜在 1 030 cm^{-1} 处为糖苷键吸收峰, 随着茶多糖质量分数的增加, 该吸收峰强度略微上升, 其原因可能是茶多糖分子中 O—H 与淀粉分子糖苷键上氧原子形成氢键所致^[17]。

2.2 茶多糖质量分数对复合膜全红外阻隔率和色差的影响

由表 1 可知, 随着茶多糖质量分数的增加, 复合膜的 L^* 值逐渐降低, 表明复合膜的亮度减弱; 而 b^* 值与 ΔE 值显著增加, 表明复合膜逐渐变黄, 并且更加鲜艳, 这是由于茶多糖本身呈淡褐色, 随着茶多糖质量分数的增加, 复合膜黄色逐渐加深。

红外线是不可见光, 属于电磁波, 具有热效应, 任何高于绝对零度的物质都会产生红外线, 红外阻隔率越高,

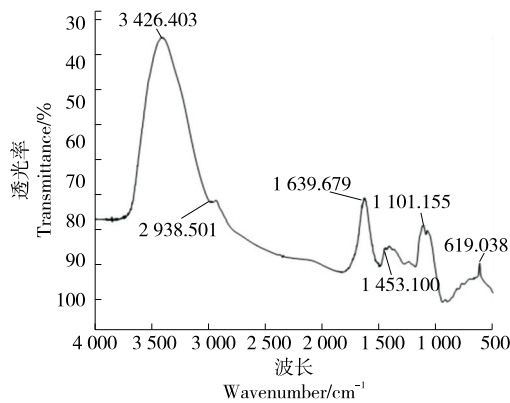


图1 茶多糖的傅里叶变换红外光谱

Figure 1 Tea polysaccharide of Fourier transform infrared spectroscopy

复合膜的隔热保温效果就越好^[18]。由表1可知,随着茶多糖质量分数的升高,复合膜的全红外阻隔率先呈增后减的趋势,当茶多糖质量分数为1.25%时,其全红外阻隔率最高,为92.3%。

2.3 茶多糖质量分数对复合膜厚度、水溶性、水蒸气透过系数、含水率的影响

由表2可知,随着茶多糖质量分数的增加,复合膜的厚度显著增加,主要是因为茶多糖的加入使膜溶质增加。当茶多糖质量分数为1.25%~2.50%时,复合膜的水溶性增加不显著,当茶多糖质量分数>2.50%时,复合膜的水溶性显著增加,是由于茶多糖内有许多羟基结构^[19],其具

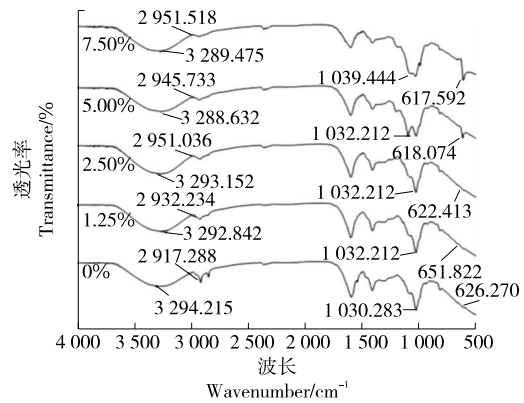


图2 不同质量分数茶多糖复合膜的傅里叶变换红外光谱

Figure 2 Fourier transform infrared spectra of tea polysaccharide composite films with different mass fractions

有良好的亲水性,加入后使得复合膜水溶性增大。复合膜的水蒸气透过系数随茶多糖质量分数增加呈先减小后增大的趋势,当茶多糖质量分数为5.00%时达到最低值且显著低于空白组,这是由于一定质量的茶多糖通过氢键和疏水作用等作用力分布于复合膜中,使海藻酸钠与玉米变性淀粉形成的凝胶网络结构更加稳定^[20],增加了复合膜的致密性,说明适量添加茶多糖有利于改善复合膜的水蒸气阻隔性能。复合膜的含水率随茶多糖质量分数的增加而上升,这是因为茶多糖为亲水性化合物^[21],茶多糖质量分数的增大会提高复合膜的亲水能力。

表1 茶多糖质量分数对复合膜色差和全红外阻隔率的影响[†]

Table 1 Effects of tea polysaccharide on color difference and total infrared barrier of composite film

茶多糖质量分数/%	<i>L</i> * 值	<i>a</i> * 值	<i>b</i> * 值	Δ <i>E</i> 值	全红外阻隔率/%
0.00	21.29±0.02 ^a	18.09±0.03 ^b	13.80±0.03 ^c	81.52±0.02 ^e	86.5±0.26 ^b
1.25	20.71±0.29 ^b	18.89±0.04 ^a	15.73±0.19 ^d	82.60±0.32 ^d	92.3±0.47 ^a
2.50	15.05±0.02 ^c	17.94±0.02 ^c	22.39±0.02 ^c	89.24±0.02 ^c	90.6±0.26 ^a
5.00	13.59±0.02 ^d	15.57±0.03 ^c	25.36±0.03 ^b	90.98±0.02 ^b	90.5±0.23 ^a
7.50	8.65±0.02 ^e	16.72±0.02 ^d	31.45±0.02 ^a	97.62±0.02 ^a	86.6±0.21 ^b

[†] 同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

表2 茶多糖质量分数对复合膜厚度、水溶性、水蒸气透过系数、含水率的影响[†]

Table 2 Effects of tea polysaccharides on thickness, water solubility, water vapor permeability and water content and of composite film

茶多糖质量分数/%	厚度/ μm	水溶性/%	水蒸气透过系数/ ($\times 10^{-9} \text{ g} \cdot \text{mm} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$)	含水率/%
0.00	306.6±1.82 ^e	47.67±0.39 ^d	2.72±0.03 ^a	21.10±0.60 ^d
1.25	312.8±1.48 ^d	50.46±0.25 ^c	2.67±0.01 ^b	23.60±0.36 ^c
2.50	316.4±2.19 ^c	50.92±0.32 ^c	2.61±0.02 ^c	25.73±0.63 ^b
5.00	324.6±1.52 ^b	55.16±0.75 ^b	2.38±0.01 ^c	26.00±0.81 ^b
7.50	332.6±0.89 ^a	57.42±0.60 ^a	2.71±0.01 ^{ab}	27.12±0.74 ^a

[†] 同列小写字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

2.4 茶多糖质量分数对复合膜力学性能的影响

由表 3 可知,茶多糖质量分数从 0 增加至 5.00% 时复合膜的拉伸强度和断裂伸长率持续增加,当茶多糖质量分数继续增加至 7.50% 时,复合膜的拉伸强度和断裂伸长率显著降低。与空白组相比,添加 5.00% 茶多糖复合膜的拉伸强度为 9.71 MPa,约增加 180%,断裂伸长率为 25.42%,约增加 100%。这是由于适量茶多糖可与海藻酸钠、玉米变性淀粉相互作用形成三维网状结构^[22],增加了复合膜结构的稳定性,但茶多糖质量分数超过 5.00% 时,复合膜的拉伸强度及断裂伸长率显著下降($P < 0.05$),可能是由于多余的茶多糖无法再与其相互作用,使得复合膜成分分布不均匀。汲雪宁^[23]也得到了类似结果:加入茶多糖后海藻酸钠膜的拉伸强度及断裂伸长率呈先上升后下降趋势。由此可见,适量添加茶多糖可有效提高复合膜的力学性能。

表 3 茶多糖质量分数对复合膜力学性能的影响[†]

Table 3 Effects of tea polysaccharides of different mass fractions on structural properties of composite membranes

茶多糖质量分数/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
0.00	3.47±0.317 ^d	12.71±0.279 ^d
1.25	6.56±0.322 ^b	22.95±0.318 ^b
2.50	9.45±0.170 ^a	22.65±0.657 ^b
5.00	9.71±0.262 ^a	25.42±0.709 ^a
7.50	6.96±0.191 ^c	19.53±0.477 ^c

† 同列小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

2.5 茶多糖质量分数对复合膜抗氧化性的影响

由表 4 可知,空白组复合膜的 DPPH 自由基清除率为 7.45%,是由于复合膜配方中添加了 2% 的茶末,而茶末中含有茶多糖、茶多酚、儿茶素等活性成分^[24],这些活性成分具有清除自由基的作用。复合膜的 DPPH 自由基清除率随茶多糖质量分数的增加而增加,当茶多糖质量分数为 5.00%~7.50% 时,复合膜的 DPPH 自由基清除率显著增加($P < 0.05$),当茶多糖质量分数为 7.50% 时,复合膜的 DPPH 自由基清除率可达到 85.49%。因此,添加茶多糖可显著增加复合膜的抗氧化性能。汲雪宁^[23]也发现,茶多糖可显著提升复合膜的抗氧化能力。

2.6 不同质量分数茶多糖复合膜的抑菌活性

当茶多糖质量分数为 0 时,复合膜周围及膜上长满大肠杆菌。当茶多糖质量分数为 1.25%~5.00% 时,随着其质量分数的增加,复合膜周围及膜上的大肠杆菌菌落数量明显减少,当添加茶多糖质量分数为 5.00% 时,复合膜周围只有极少量大肠杆菌菌落。这可能是由于适量的茶多糖可结合细菌蛋白质与细胞外膜的疏水区域发生反应造成细胞裂解或死亡,从而使得微生物失活^[25]。而当

表 4 茶多糖质量分数对复合膜自由基清除率的影响[†]

Table 4 Effects of tea polysaccharides with different mass fractions on free radical scavenging rate of composite membrane

茶多糖质量分数/%	自由基清除率/%
0.00	7.45±0.243 ^d
1.25	13.54±2.093 ^c
2.50	36.30±4.643 ^c
5.00	64.73±1.990 ^b
7.50	85.49±3.938 ^a

† 同列小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

茶多糖质量分数为 7.50% 时,复合膜周围的菌落数呈增加趋势,可能是由于过量的茶多糖被大肠杆菌作为营养物质利用^[26]。因此,茶多糖的质量分数需要控制在恰当的范围内。

3 结论

茶多糖对复合膜理化性质及抑菌抗氧化性能均有一定影响。当茶多糖质量分数为 5.00% 时,复合膜具有最佳的力学性能、阻湿性能及抑菌性能。复合膜的抗氧化性随茶多糖添加量的增加越来越高。并且茶多糖的加入能一定程度上提高复合膜的红外阻隔率,即增加复合膜的隔热保温性。因此,茶多糖在提高可食性复合膜性能方面有巨大价值。但其在食品包装以及食品保鲜等方面的实际应用效果还有待研究。

参考文献

- [1] 王静平. 添加海藻酸钠的可食性淀粉膜的研究[D]. 天津: 天津大学, 2007: 47-48.
WANG J P. Study on edible starch films added sodium alginate[D]. Tianjin: Tianjin University, 2007: 47-48.
- [2] 梁杰, 蔡力锋, 刘涛, 等. 茶多酚对海藻酸钠/玉米淀粉复合膜的影响及保鲜应用[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(1): 7-16.
LIANG J, CAI L F, LIU T, et al. Effect of tea polyphenols on sodium alginate/corn starch composite film and its application in freshness preservation[J]. Food Research and Development, 2022, 43(1): 7-16.
- [3] 卢俊宇, 朱芮, 吴贺君, 等. 茶多酚对可食性马铃薯淀粉/海藻酸钠复合膜性能影响及表征[J]. 核农学报, 2020, 34(10): 2 226-2 234.
LU J Y, ZHU R, WU H J, et al. Effect of tea polyphenols on the properties of edible potato starch/sodium alginate composite films[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2020, 34(10): 2 226-2 234.
- [4] 许婧. 茶多糖的结构与其降血糖机理研究进展[J]. 河南农业, 2018(15): 60-64.
XU J. Research progress on the structure and hypoglycemic mechanism of tea polysaccharides[J]. Henan Agriculture, 2018(15):

- 60-64.
- [5] XU R J, YE H, SUN Y, et al. Preparation, preliminary characterization, antioxidant, hepatoprotective and antitumor activities of polysaccharides from the flower of tea plant (*Camellia sinensis*) [J]. Food & Chemical Toxicology, 2012, 50(7): 2 473-2 480.
- [6] CHEN G J, WANG M J, XIE M H, et al. Evaluation of chemical property, cytotoxicity and antioxidant activity in vitro and in vivo of polysaccharides from Fuzhuan brick teas[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 116(1): 120-127.
- [7] 张蓉, 王淑瑶, 王毅豪, 等. 聚乳酸-壳聚糖-茶多酚复合膜的制备及其性能[J]. 工程塑料应用, 2017, 45(6): 46-51.
- ZHANG R, WANG S Y, WANG Y H, et al. Preparation and properties of poly (lactic acid)-chitosan-tea polyphenols composite membrane[J]. Engineering Plastics Application, 2017, 45(6): 46-51.
- [8] 常馨月, 吴天宇, 刘文华, 等. 杨树花提取物对决明子胶/羧甲基淀粉钠复合膜性能影响的研究[J]. 森林工程, 2021, 37(5): 37-42.
- CHANG X Y, WU Y Y, LIU W H, et al. Effect of plant aspen flower extract on the properties of CG/CMS composite film [J]. Forest Engineering, 2021, 37(5): 37-42.
- [9] 景江. 透明材料的红外阻隔技术研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2018: 11-12.
- JING J. Study on near infrared technology of transparent materials [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2018: 11-12.
- [10] 徐宏蕾, 王亚珍, 谢晶, 等. 壳寡糖对壳聚糖-明胶复合膜的牛肉保鲜性能影响[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(10): 1 048-1 053.
- XU H L, WANG Y Z, XIE J, et al. Effect of chitosan oligosaccharide on preservation of beef of gelatin-chitosan composite films[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2018, 37(10): 1 048-1 053.
- [11] 莫新迎, 管桂林, 吴昊, 等. 氧化锌纳米颗粒-海藻酸钠/壳聚糖双层复合膜的制备及特性[J]. 食品工业科技, 2021, 42(9): 214-220.
- MO X Y, GUAN G L, WU H, et al. Preparation and properties of zinc oxide nanoparticles alginate/chitosan bilayer composite film [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(9): 214-220.
- [12] 卞紫秀, 董增, 张旭, 等. 海藻酸钠与卡拉胶复合膜的制备及性能[J]. 塑料工业, 2018, 46(9): 39-43.
- BIAN Z X, DONG Z, ZHANG X, et al. Preparation and performances of sodium alginate/carrageenan composite packaging film[J]. China plastics industry, 2018, 46(9): 39-43.
- [13] XU Y X, LIU X L, JIANG Q X, et al. Development and properties of bacterial cellulose, curcumin, and chitosan composite biodegradable films for active packaging materials [J]. Carbohydrate Polymers, 2021, 260: 117778.
- [14] 刘涛, 韦仕静, 任杰, 等. 桑葚汁多菌种发酵过程主要成分及抗氧化性的变化[J]. 食品工业科技, 2017, 38(19): 131-135.
- LIU T, WEI S J, REN J, et al. The change of index and antioxidant activity in mulberry juice fermentation process [J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(19): 131-135.
- [15] 李丹. 醋酸酯淀粉抗菌薄膜的制备及其性质研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010: 62-63.
- LI D. Study on the preparation and the characteristics of antimicrobial film of Starch Acetate[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010: 62-63.
- [16] 熊磊, 陈慧, 王宁, 等. 黄金茶多糖结构初探及除蛋白工艺研究[J]. 江西农业大学学报, 2018, 40(4): 817-824.
- XING L, CHEN H, WANG N, et al. Structural characterization of gold tea polysaccharide and its deproteinization process[J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2018, 40(4): 817-824.
- [17] ZHANG N, XU J C, GAO X, et al. Factors affecting water resistance of alginate/gellan blend films on paper cups for hot drinks[J]. Carbohydrate Polymers, 2017, 156: 435-442.
- [18] 李楚忠, 刘晓国, 刘志强. 水性氟丙树脂透明隔热涂料的制备及性能[J]. 电镀与涂饰, 2013, 32(11): 53-56.
- LI C Z, LIU X G, LIU Z Q. preparation of transparent heat-insulating coating from waterborne fluorine-containing acrylic resin and its performance[J]. Electroplating & Finishing, 2013, 32(11): 53-56.
- [19] 翁蔚, 李书魁, 张琴梅, 等. 茶多糖的组成与保健功效研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2021, 36(12): 7 261-7 264.
- WENG W, LI S K, ZHANG Q M, et al. Research progress of composition and health function of tea polysaccharide[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2021, 36(12): 7 261-7 264.
- [20] 凌晓冬, 戴一朋, 李梦倩, 等. 海藻酸钠-小麦醇溶蛋白渗透脱水复合膜的制备与性能[J]. 食品工业, 2021, 42(8): 110-114.
- LING X D, DAI Y P, LI M Q, et al. Preparation and properties of sodium alginate-wheat gliadin osmotic dehydration composite film [J]. The Food Industry, 2021, 42(8): 110-114.
- [21] 宋林珍, 朱丽云, 高永生, 等. 茶多糖的结构特征与降血糖活性[J]. 食品科学, 2018, 39(19): 162-168.
- SONG L Z, ZHU L Y, GAO Y S, et al. Structural characteristics and hypoglycemic activity of polysaccharides from green tea leaves[J]. Journal of Food Science, 2018, 39(19): 162-168.
- [22] 李慧, 卢立新, 王利强, 等. 海藻酸钠-羧甲基纤维素钠-明胶共混膜的结构及性能研究[J]. 食品科学, 2010, 31(5): 91-95.
- LI H, LU L X, WANG L Q, et al. Structure and properties of sodium alginate-sodium carboxymethylcellulose-gelatin compound film[J]. Journal of Food Science, 2010, 31(5): 91-95.
- [23] 汲雪宁. 茶多糖薄膜的制备及保鲜活性应用[D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2019: 14-15.
- JI X N. Preparation of tea polysaccharide film and application of fresh-keeping activity[D]. Xianyang: Northwest A & F University, 2019: 14-15.



图 10 傩面元素与粮食包装设计的融合

Figure 10 Integration of Nuo mask elements with grain packaging design

5 结语

新化地方特色食品不仅是绿色有机的天然资源,还蕴藏着传承数千年的文化宝库。应该进一步挖掘其历史文化内涵,在传承的基础上不断的创新设计,展现新化地方特色食品独特魅力。除了扶持传统优势特色食品,还要鼓励新化地方特色食品生产企业发展绿色、有机和地理标志农产品,提升品牌影响力;尽快建立县域公用品牌管理运营的专业服务机构,通过制作短视频、微电影等,借助各类多媒体平台,讲好新化地方特色食品故事,讲好 2 000 多年来深厚悠远的巫楚文化与历代移民带进来的外地文化不断碰撞、交融、同化,苗、瑶、侗、汉等多民族历代先民共同劳作、相互融合的故事,传承并传播梅山文化作为长江流域文明发祥、发展、变化过程的鲜活体,其原始性、广阔性、交融性与开放性,为“全球命运共同体”下多元民族文化的融合提供历史性借鉴意义。

参考文献

- [1] 工业和信息化部等十一部门关于培育传统优势食品产区和地方特色食品产业的指导意见[J]. 中小企业管理与科技, 2023(7): 1-6.
Guiding Opinions of the Ministry of Industry and Information Technology and other eleven departments on cultivating traditional advantageous food producing areas and local specialty food industries[J]. Management & Technology of SME, 2023(7): 1-6.
- [2] 刘英. 梅山文化园开发建设模式研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2014: 10-15.
LIU Y. The study on the development and construction mode of Meishan culture park[D]. Changsha: Hunan University, 2014: 10-15.
- [3] 李弢. 非遗语境下梅山巫傩面具数字化保护探析[J]. 湖南包装, 2023, 38(3): 96-98.
LI T. Analysis on the digital protection of meishan Wu Nuo mask in the context of intangible cultural heritage[J]. Hunan Packaging, 2023, 38(3): 96-98.
- [4] 徐益, 龙选君. 湘中梅山傩戏的特色与价值研究[J]. 湖南人文科技学院学报, 2017, 34(5): 5-8.
XU Y, LONG X J. Characteristics and value research of Hunan Meishan Nuo drama[J]. Journal of Hunan University of Humanities, Science and Technology, 2017, 34(5): 5-8.
- [5] 黎洁, 田雨禾, 唐虎跃, 等. 在地化包装设计中的情感因素探究[J]. 湖南包装, 2022, 37(5): 168-170.
LI J, TIAN Y H, TANG H Y, et al. Research on emotional factors in geochemical packaging design[J]. Hunan Packaging, 2022, 37(5): 168-170.
- [6] 何捷, 张西华, 万瑾, 等. 农产品区域公用品牌“市—县—企”三级协同机制研究[J]. 食品与机械, 2022, 38(6): 219-222.
HE J, ZHANG X H, WAN J, et al. Study on the three-level synergy mechanism of regional public brand of agricultural products[J]. Food & Machinery, 2022, 38(6): 219-222.
- [7] 高鹏. 中式元素视觉传达: 图案设计[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2021: 10.
GAO P. Visual communication of Chinese elements: Pattern design[M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 2021: 10.
- [8] 左文. 民俗文化要素在地方特色食品包装设计中的表达[J]. 食品与机械, 2022, 38(9): 128-133.
ZUO W. Expression of folk culture elements in the packaging design of local characteristic food[J]. Food & Machinery, 2022, 38(9): 128-133.
- [9] 李鑫莹, 肖小英, 王丽, 等. 梅山傩面具艺术符号谈[J]. 湖南包装, 2015, 29(3): 57-59, 77.
LI X Y, XIAO X Y, WANG L, et al. A brief discussion to the artistic symbols of meishan nuo masks[J]. Hunan Packaging, 2015, 29(3): 57-59, 77.
- [10] 孟燕. 非遗保护视角下的湘西傩面具艺术再设计应用[J]. 湖南包装, 2023, 38(4): 150-152, 201.
MENG Y. The artistic redesign and application of Nuo mask in western hunan from the perspective of intangible heritage protection[J]. Hunan Packaging, 2023, 38(4): 150-152, 201.

(上接第 117 页)

- [24] 郭桂义, 孙慕芳, 倪宝春, 等. 信阳毛尖茶品质成分的初步研究[J]. 食品科技, 2009, 34(12): 141-144.
GUO G Y, SUN M F, NI B C, et al. Preliminary study on composition of Xinyang Maojian tea [J]. Food Science and Technology, 2009, 34(12): 141-144.
- [25] 姚其凤. 绿茶多糖对大肠杆菌和乳杆菌生长的影响研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2020: 20-27.
YAO Q F. Study on the effect of green tea polysaccharide on the growth of Escherichia coli and Lactobacillus[D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2020: 20-27.
- [26] HEYDARIAN M, JOOYANDEH H, NASEHI B, et al. Characterization of Hypericum perforatum polysaccharides with antioxidant and antimicrobial activities: Optimization based statistical modeling [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2017, 104: 287-293.