

文章编号: 1000-5862(2018)04-0399-06

新型还原性电纺纤维膜的绿色制备与催化应用

莫璐璐, 刘天西*, 王瑞玉, 缪月娥*

(纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院, 纺织科创中心, 上海 201620)

摘要: 以天然绿茶水为溶剂代替传统的化学试剂作为静电纺前驱体溶液, 采用静电纺丝技术有效地将茶水中的活性多酚类物质保留在纤维中, 并通过茶多酚类物质从纤维中的缓释原位还原 AgNO_3 生成 Ag , 制备了一种新型还原性 $\text{PVA}/\text{SiO}_2/\text{茶多酚}(\text{PVA}/\text{SiO}_2/\text{TP})$ 复合纤维膜. 通过扫描电镜(SEM)、X-射线衍射(XRD)对纤维的形貌和结构进行表征, 并进一步探索了负载有 Ag 纳米颗粒的复合薄膜的催化性能. 结果表明: $\text{PVA}/\text{SiO}_2/\text{TP}$ 在水中具有良好的稳定性, Ag 纳米颗粒均匀负载于纤维表面; 而且, 这种通过原位还原法制备的 $\text{Ag}/\text{PVA}/\text{SiO}_2$ 纤维膜能够有效地催化 NaBH_4 降解亚甲基蓝, 表现出良好的催化性能, 在催化和生物医药等领域具有潜在的应用价值. 此外, 整个制备过程完全符合绿色化要求, 选用无污染的溶剂、绿色还原剂及保护剂, 反应条件也相对温和, 是一种“绿色”制备纳米材料的新方法.

关键词: 绿茶水; 还原性纤维膜; 静电纺丝; 银纳米颗粒

中图分类号: TQ 152 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2018.04.14

0 引言

近年来, 金属纳米材料由于具有小尺寸效应、量子尺寸效应、表面效应的特点, 在催化、医药、传感等领域具有广阔的应用前景^[1-3]. 目前, 液相化学还原法是合成金属纳米材料方法中最为简便易行、反应易控的方法之一, 即在常压常温条件、介质保护下, 金属盐溶液直接被还原剂(如肼、硼氢化钠、二甲基甲酰胺等)还原生成金属纳米材料. 然而, 该方法中使用的溶剂及还原剂涉及到大量化学试剂, 具有较强的毒性, 将会带来环境污染问题, 这严重限制了其实际应用. 因此, 寻求一种简便易行且环境友好的绿色合成技术制备金属纳米材料仍具有一定的挑战, 而还原剂作为材料的合成关键, 更是引起了研究工作者的关注^[4-5].

大量研究表明, 天然物质不仅具有良好的生物相容性, 同时具有一定的还原性^[6-10]. 植物提取液^[11-12]由于来源丰富、简单易得而受到广泛关注, 而茶水这种特殊的植物提取物尤其引人注目. 茶叶中富含茶多酚类化合物, 其中的黄烷醇类成分不仅

具有良好的生物相容性、生物活性和药理作用, 而且还能作为水溶性还原剂使用. 有文献报道采用茶多酚提取物作为稳定剂和还原剂, 可以成功制备具有良好性能的多种功能性金属纳米颗粒^[13-14], 合成过程中不再需要添加任何额外的试剂和进一步处理, 该合成方法高效、无污染. 如 M. C. Moulton 等^[15]用茶多酚作为还原剂和硝酸银作用绿色合成了球形银纳米颗粒, 同时通过改变茶多酚浓度调节了银纳米颗粒的尺寸.

然而, 在功能性纳米颗粒研究中还存在另外一个问题, 即纳米尺寸的颗粒在体系中容易产生自发团聚现象而大大降低材料的表面活性能, 造成其较大程度的活性损失. 为了解决这一问题, 研究者们提出将纳米颗粒固定在载体上, 从而保证纳米粒子的均匀分散和有效性, 这些载体主要包括活性炭^[16]、电纺纤维^[17]及其他物质的颗粒^[18]等. 近年来, 利用电纺丝技术制备功能性纳米材料也已成为新的研究热点^[19-20]. 这是因为电纺纤维的直径能够控制在几十到几百纳米不等且连续不断, 从而得到具有大比表面积和高孔隙率的纤维膜. 这种纤维膜载体材料具有的独特优势有利于功能性纳米粒子的负载, 从

收稿日期: 2018-05-17

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项(2232017D-01)资助项目.

通信作者: 刘天西(1969-), 男, 河南平顶山人, 国家杰出青年基金获得者, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事高分子纳米复合材料研究. E-mail: txliu@dhru.edu.cn

缪月娥(1987-), 女, 江苏昆山人, 讲师, 博士, 主要从事高分子纳米纤维复合材料研究. E-mail: yuee_miao@dhru.edu.cn

而使纳米粒子与外界体系间的作用面积显著提升.而且,与其他颗粒载体相比,电纺纤维膜不易流失、便于回收,具有更大的可行性.

本文提出了一种简单、绿色的合成方法,以绿茶水作为纺丝溶液,结合静电纺丝技术将茶多酚类绿色还原剂纺入纤维中,成功制备了还原性 PVA/SiO₂/茶多酚电纺纤维膜.其中,茶多酚成分可以从纤维中缓慢地释放出来,原位还原 AgNO₃ 生成 Ag 纳米颗粒;而且,这种纤维膜在水溶液中能够保持良好的纤维结构,具有较高的比表面积.本文还初步探索了这种方法制备的负载有 Ag 纳米颗粒的复合薄膜的催化性能,发现其有望在催化、生物医药以及污水处理等领域得到广泛应用.

1 实验部分

1.1 实验材料与仪器

市售绿茶茶叶;聚乙烯醇(PVA,相对分子质量为 8.5~12.4 万,西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司);正硅酸乙酯(TEOS,分析纯,百灵威科技有限公司);磷酸(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);硝酸银(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);亚甲基蓝(分析纯,沃凯化工科技有限公司);硼氢化钠(分析纯,国药集团化学试剂有限公司);无水乙醇(分析纯,常熟市鸿盛精细化工有限公司);去离子水(实验室自制).

扫描电镜(SEM,Tescan,捷克);X-射线衍射(XRD,X'PertPro,荷兰);紫外-可见分光光度仪

(UV-vis,Lambda 35 美国珀金埃尔默公司);数码相机(富士 FinePix F100fd).

1.2 制备方法

1.2.1 静电纺 PVA/茶多酚复合纤维膜的制备

取 2 g 茶叶和 70 mL 去离子水加入锥形瓶中,在 100 °C 下磁力搅拌 3 h,抽滤分离茶渣,得到茶水备用;称取一定量的 PVA 溶于茶水中配置含 PVA 质量分数为 10% 的 PVA 茶水溶液,在 90 °C 下磁力搅拌 2 h 使 PVA 溶解,冷却得到均一的 PVA/茶多酚原液;随后进行静电纺丝,该纺丝工艺采用的电压、收集距离、注射速度和接收器旋转滚筒转速分别为 15 kV、15 cm、1.5 mL·h⁻¹ 和 25 rpm,静电纺 PVA/茶多酚纤维通过铝箔接收并用刀片刮下,得到 PVA/茶多酚纤维膜.

1.2.2 静电纺 PVA/SiO₂/茶多酚复合纤维膜的制备 参照文献[21-22]方法,将适量的磷酸催化剂,在搅拌下加入到正硅酸乙酯(TEOS)和 H₂O(质量比为 1:1,7.5 g)的混合液中,室温下搅拌反应 6 h 后加入 15 g PVA/茶多酚原液,继续搅拌使混合液粘度慢慢增大,待形成拉丝时进行电纺,采用上述电纺条件得到静电纺 PVA/SiO₂/茶多酚复合纤维膜.

1.2.3 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜的制备 将上述制备的纤维膜浸泡在刚配制的 0.2 g·mL⁻¹ 的硝酸银水溶液中,室温下反应约 1 h,取出纤维膜用清水漂洗几遍,放入 40 °C 真空干燥箱干燥 12 h,得到负载有 Ag 纳米颗粒的复合纤维膜.整个负载 Ag 纳米颗粒纤维膜的制备过程如图 1 所示.

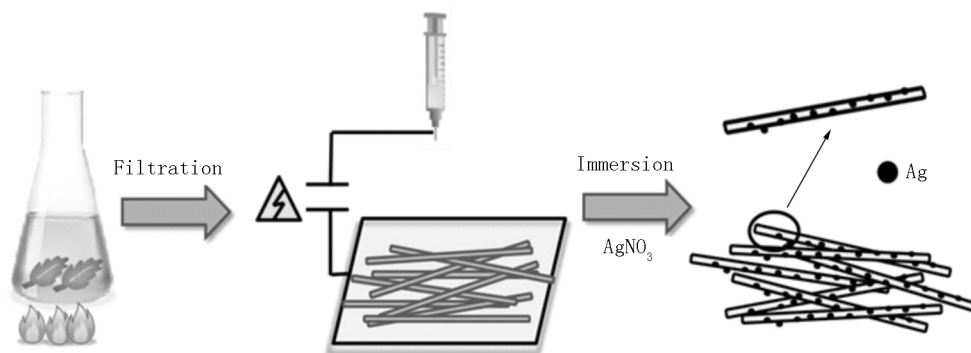


图 1 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜的制备过程示意图

1.3 表征及测试

1.3.1 表征 通过 X-射线衍射(XRD,X'PertPro)表征所制备材料的晶体结构,测试条件:衍射线为 Cu K_α 线(λ=0.154 2 nm),电压为 40 kV,电流为 40 mA,扫描速度为 5°·min⁻¹,扫描范围为 2°~50°.采用扫描电镜(SEM,Tescan)观察所制备材料

的形貌,操作电压为 20 kV.

1.3.2 纤维膜中的茶多酚在水中的释放行为测试

采用间接测试法分析纤维中的茶多酚在水溶液中的释放过程.将纤维膜样品浸泡在去离子水中,使茶多酚从纤维膜中逐渐释放进入水中,选取特定的时间点,用紫外-可见分光光度仪对已释放有茶多酚的水溶液进行测定,分析茶多酚在紫外区的特征吸收

峰峰值变化.

1.3.3 催化性能测试 本文以催化 NaBH_4 还原剂降解亚甲基蓝为例来测试 Ag/PVA/SiO_2 纤维膜的催化性能. 将 $1.5\text{ cm} \times 0.5\text{ cm}$ 的纤维膜样品浸入 2 mL 浓度为 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的亚甲基蓝溶液中, 避光放置 0.5 h , 达到吸附脱附平衡; 随后取 1 mL 浓度为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaBH_4 溶液在 N_2 氛围下加入上述溶液中, 使 Ag 催化 NaBH_4 降解亚甲基蓝, 间隔 1 min 取出薄膜并立即对亚甲基蓝溶液进行紫外光谱表征, 分析样品的催化分解过程.

2 结果与讨论

2.1 PVA/茶多酚及 Ag/PVA 复合纤维膜的宏观形态和结构

图 2(a) 为采用日常泡茶的方法所得到的茶水照片, 茶水溶液为黄褐色. 浸渍过程中升高温度, 有利于提高茶多酚在水中的溶解度, 从而有效地提取茶叶中的茶多酚^[23]. 图 2(b) 显示的是含有茶多酚的 PVA 纤维膜的照片, 呈现浅黄色, 而水作溶剂的电纺 PVA 纤维膜为白色, 表明通过静电纺法将茶多酚成分成功地载入了纤维.

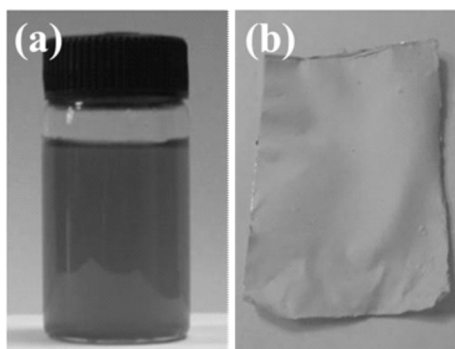


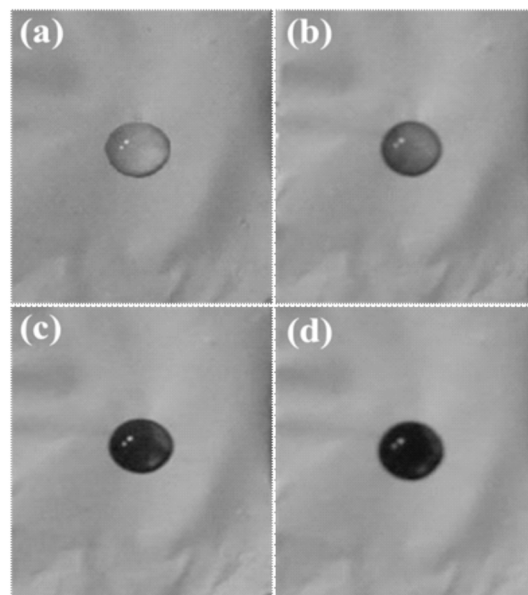
图 2 茶水(a)和电纺 PVA/茶多酚纤维膜(b)的数码照片

滴加一滴 $0.2\text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液于 PVA/茶多酚纤维膜表面, 在液滴和纤维膜接触的过程中, Ag^+ 被吸附到纤维表面, 同时具有还原作用的茶多酚从纤维中释放出来, 还原体系中的 Ag^+ 生成 Ag 纳米颗粒^[24]. 如图 3 所示, 随着时间的延长, 液滴颜色逐渐从无色变成深棕色, 表明 Ag^+ 逐渐被还原生成 Ag 颗粒. 图 4 是滴加 AgNO_3 溶液前后薄膜的 XRD 谱图, 由图 4(b) 可知, Ag/PVA 薄膜在 $2\theta = 38.3^\circ$ 处出现衍射, 对应 Ag 的 (111) 晶面. XRD 进一步证实了 Ag 颗粒的生成, 说明通过这种简单绿色的方法可在薄膜表面成功负载 Ag 纳米颗粒.

2.2 纤维形貌分析

图 5 为电纺 PVA 纤维膜及负载有 Ag 纳米颗粒

的复合纤维膜的 SEM 照片. 从图 5(a) 可看出电纺所得的 PVA/茶多酚复合纤维形态良好且粗细均



(a) 0 min; (b) 2 min; (c) 4 min; (d) 6 min.

图 3 PVA/茶多酚纤维膜表面的硝酸银溶液液滴随时间变化的照片

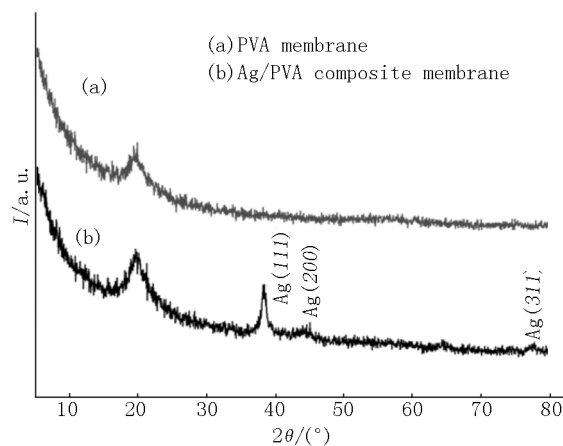
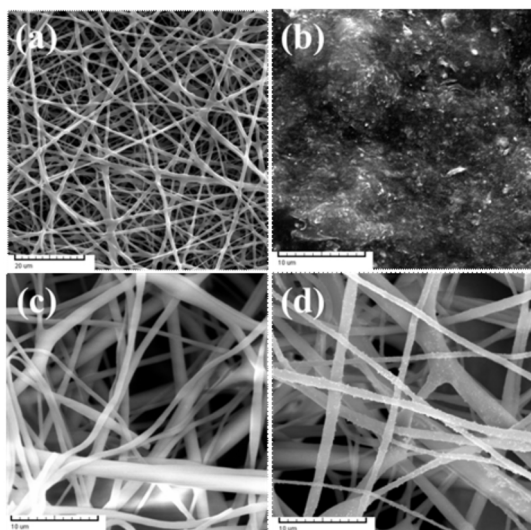


图 4 滴加 AgNO_3 溶液前后复合纤维膜的 XRD 谱图

匀, 直径分布在 $200\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$, 表层的纤维交叉处出现一定程度的粘结, 而下层纤维的形态保持较好, 这是因为 PVA 纤维易溶于水, 表层纤维容易接触到潮湿的空气而发生轻微的溶胀和溶解. 图 5(b) 为将 PVA/茶多酚复合纤维膜浸泡在 AgNO_3 溶液后, 利用茶多酚的原位释放还原 Ag^+ 所获得的负载有 Ag 颗粒的 Ag/PVA 复合纤维膜. 但是, 浸泡后的 PVA 纤维膜无法保持原有的完整纤维形貌, 失去了电纺纤维膜所特有的高比表面积和高孔隙率等众多优点, 这将影响其进一步的应用. 为了提高纤维在水中的结构稳定性, 在电纺纤维体系中引入 SiO_2 ^[25], 制得的 PVA/SiO_2 /茶多酚纤维膜的 SEM 照片如图 5(c). 从图 5(c) 中可看出, 加入 SiO_2 后的电纺纤维膜具有明显的纤维形态, 表面光滑, 无液滴或断裂等

缺陷,但纤维直径变粗且分布变宽($1 \sim 2 \mu\text{m}$).采用相同的方法在 PVA/SiO₂/茶多酚纤维表面负载 Ag 纳米颗粒,得到的 Ag/PVA/SiO₂ 纤维膜如图 5(d).由图 5(d)可见,该纤维膜有部分的溶胀,但是依然保持了良好的纤维形态,纤维表面均匀负载了大量的 Ag 纳米颗粒,颗粒尺寸约为数十纳米.可见,在电纺纤维中引入 SiO₂ 组分,一方面使纤维结构在水中的稳定性得到了明显改善,保证了材料较高的比表面积,能够有效解决金属纳米粒子在使用过程中的团聚问题;另一方面 PVA 组分在水中仍有部分的溶胀,这部分溶胀有利于生成的 Ag 颗粒固定于纤维表面,从而保证了材料的操作和回收再利用的可行性,以及进一步在催化领域的应用.



(a) PVA/茶多酚纤维膜; (b) Ag/PVA 纤维膜; (c) PVA/SiO₂/茶多酚纤维膜; (d) Ag/PVA/SiO₂ 纤维膜.

图 5 电纺纤维膜及负载有 Ag 纳米颗粒的复合纤维膜的 SEM 照片

2.3 PVA/SiO₂/茶多酚复合纤维膜中的茶多酚在水中的释放行为

将电纺制得的 PVA/SiO₂/茶多酚复合纤维膜浸泡在水中,选定一定的时间点,用紫外-可见分光光度法对已释放有茶多酚的水溶液进行测定,以了解纤维中的茶多酚在水溶液中的释放过程,为进一步应用提供基础. PVA/SiO₂/纤维膜中茶多酚的释放效果曲线如图 6 所示.由图 6 可见,随着时间的延长,茶多酚的特征峰峰值不断增大,表明茶多酚成分从纤维中不断释放出来,从而参与还原 Ag⁺ 的反应.实验还发现,在最初的 5 min 内,纤维中的茶多酚释放较快,之后的释放速率减慢,在前 30 min 内仍然有新的茶多酚释放出来,30 min 时的茶多酚总释放量为 5 min 时的 1.7 倍,可见该纤维中茶多酚的释放是一个缓释过程,因此,在应用中,通过时间延长

可以弥补纤维中茶多酚含量减少的不足.

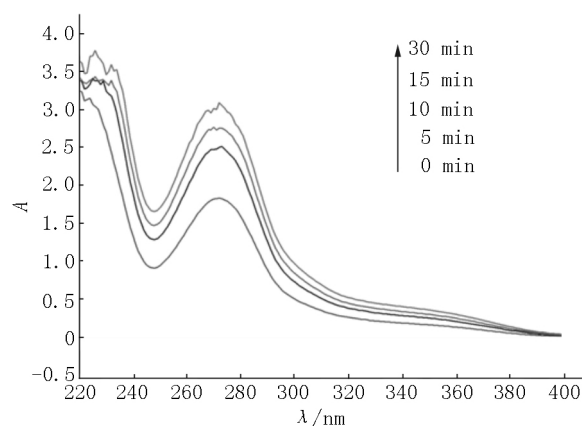


图 6 PVA/SiO₂/茶多酚复合纤维膜中的茶多酚缓释效果紫外光谱图

2.4 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜的催化性能

在贵金属催化领域,Ag 纳米颗粒作为催化剂具有良好的催化性能,尤其在催化还原硝基酚类、硝基苯胺类以及各类染料方面受到了广泛研究.按文献[4]的方法,选择以 NaBH₄ 作为还原剂,催化降解亚甲基蓝(MB)为例,用紫外-可见分光光度法表征 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜的催化降解过程,通过 MB 在最大吸收波长($\lambda_{\text{max}} = 665 \text{ nm}$)处的吸光度变化来表征其催化性能,测试结果如图 7 所示. MB 在 665 nm

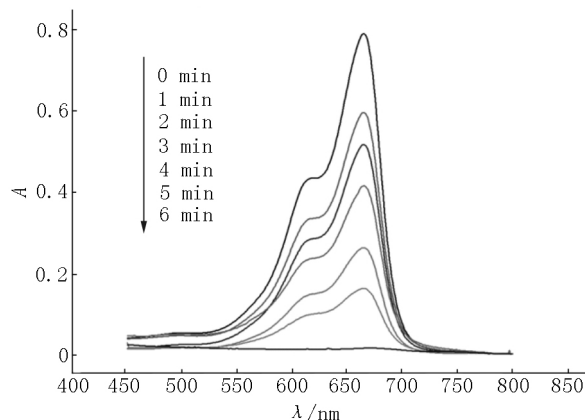


图 7 加入 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜后的 MB/NaBH₄ 溶液随时间变化的紫外光谱图

处的吸光度随着反应时间延长不断减小,溶液中 MB 的含量不断减少,表明 Ag 催化 NaBH₄ 不断降解 MB,6 min 内的降解率可达 97% 以上.由此表明,该方法制备的负载有 Ag 纳米颗粒的纤维膜具有良好的催化性能.因为 3 维多孔结构的 Ag/PVA/SiO₂ 纤维膜具有较大的比表面积和较高的孔隙率(如图 5(d) SEM 照片所示),保证了 Ag 纳米颗粒的稳定性和分散性,提供了更多的催化剂活性位点,使催化剂与溶液更好接触,从而有效地促进了 NaBH₄ 催化降解 MB.

3 结论

本文采用一种新型的绿色合成方法,创新地以天然绿茶水为溶剂结合静电纺丝技术简单有效地制备了一种富含活性茶多酚的 PVA/SiO₂ 纤维膜。该纤维膜在水溶液中不仅可以有效地释放茶多酚成分,而且能够保持良好的纤维形态,兼具高的比表面积和良好的还原性。以此为载体,充分利用其连续的 3 维网络结构,以原位释放的茶多酚作为还原剂及稳定剂,通过一步还原法制备了 Ag/PVA/SiO₂ 复合纤维膜。采用该方法生成的 Ag 纳米颗粒可均匀且稳定地负载在 PVA/SiO₂ 纤维表面,使其具有良好的催化性能,能够有效地催化 NaBH₄ 降解亚甲基蓝,使其在 6 min 内的降解率高达 97% 以上。因此,该负载有 Ag 纳米颗粒的纤维膜在催化领域具有潜在的应用价值。

另外,本工作的整个制备过程完全没有涉及有毒污染性的物质及气氛,且纤维膜的主要成分 PVA 和 SiO₂ 都为生物相容性材料,Ag 纳米颗粒更是具有突出的抗菌性能^[13],使得该方法制备的纤维膜在生物医药领域也具有一定的应用前景。

4 参考文献

- [1] Lei Yu, Mehmood F, Lee S et al. Increased silver activity for direct propylene epoxidation via subnanometer size effects [J]. Science 2010, 328:224-228.
- [2] AshaRani P V, Mun G, Hande M P et al. Cytotoxicity and genotoxicity of silver nanoparticles in human cells [J]. ACS Nano 2009, 3(2):279-290.
- [3] Zhang Shuzhuo, Ni Weihai, Kou Xiaoshan et al. Formation of gold and silver nanoparticle arrays and thin shells on mesostructured silica nanofibers [J]. Adv Funct Mater, 2007, 17(16):3258-3266.
- [4] Liu Zhenyan, Yan Jiajie, Miao Yue'e et al. Catalytic and antibacterial activities of green-synthesized silver nanoparticles on electrospun polystyrene nanofiber membranes using tea polyphenols [J]. Compos Part B-Eng 2015, 79:217-223.
- [5] Chandra A, Singh M. Biosynthesis of amino acid functionalized silver nanoparticles for potential catalytic and oxygen sensing applications [J]. Inorg Chem Front 2018, 5(1):233-257.
- [6] Nadagouda M N, Varma R S. A greener synthesis of core (Fe, Cu)-shell (Au, Pt, Pd, and Ag) nanocrystals using aqueous vitamin C [J]. Cryst Growth Des 2007, 7(12):2582-2587.
- [7] Xiong Jing, Wang Ye, Xue Qunji et al. Synthesis of highly stable dispersions of nanosized copper particles using L-ascorbic acid [J]. Green Chem 2011, 13(4):900-904.
- [8] Baruwati B, Polshettiwar V, Varma R S. Glutathione promoted expeditious green synthesis of silver nanoparticles in water using microwaves [J]. Green Chem 2009, 11(7):926-930.
- [9] Baruwati B, Varma R S. High value products from waste: grape pomace extract—a three-in-one package for the synthesis of metal nanoparticles [J]. Chem Sus Chem 2009, 2(11):1041-1044.
- [10] Li Ling, Ding Jun, Xue Junmin. A facile green approach for synthesizing monodisperse magnetite nanoparticles [J]. J Mater Res 2010, 25(5):810-813.
- [11] Liu B, Xie J, Lee J Y et al. Optimization of high-yield biological synthesis of single-crystalline gold nanoplate [J]. J Phys Chem B 2005, 109(32):15256-15263.
- [12] Shankar S S, Rai A, Ahmad A et al. Controlling the optical properties of lemongrass extract synthesized gold nanoparticles and potential application in infrared-absorbing optical coatings [J]. Chem Mater 2005, 17(3):566-572.
- [13] Nadagouda M N, Varma R S. Green synthesis of silver and palladium nanoparticles at room temperature using coffee and tea extract [J]. Green Chem 2008, 10(8):859-862.
- [14] Hoag G E, Collins J B, Holcomb J L et al. Degradation of bromothymol blue by "greener" nano-scale zero-valent iron synthesized using tea polyphenols [J]. J Mater Chem 2009, 19(45):8671-8677.
- [15] Moulton M C, Braydich-Stolle L K, Nadagouda M N et al. Synthesis, characterization and biocompatibility of "green" synthesized silver nanoparticles using tea polyphenols [J]. Nanoscale 2010, 2(5):763-770.
- [16] Choi H, Agarwal S, Al-Abed S R. Adsorption and simultaneous dechlorination of PCBs on GAC/Fe/Pd: mechanistic aspects and reactive capping barrier concept [J]. Environ Sci Technol 2009, 43(2):488-493.
- [17] Smuleac V, Varma R, Sikdar S et al. Green synthesis of Fe and Fe/Pd bimetallic nanoparticles in membranes for reductive degradation of chlorinated organics [J]. J Memb Sci 2011, 379(1/2):131-137.
- [18] Zheng Tonghua, Zhan Jingjing, He Jibao et al. Reactivity characteristics of nanoscale zerovalent iron-silica composites for trichloroethylene remediation [J]. Environ Sci Technol 2008, 42(12):4494-4499.
- [19] 简绍菊, 胡晓葵, 邹燕, 等. 高强度聚酰亚胺/Ag 复合纳米纤维的制备与表征 [J]. 江西师范大学学报:自然科学版 2012, 36(1):1-4.
- [20] 简绍菊, 左甜, 杨为森, 等. 静电纺丝制备 Ag/ZnO 复合材料及其光催化性能研究 [J]. 江西师范大学学报:

- 自然科学版 2017 41(3):225-228.
- [21] Guo Meng ,Ding Bin ,Li Xiaohong ,et al. Amphiphobic nanofibrous silica mats with flexible and high-heat-resistant properties [J]. J Phys Chem C ,2010 ,114 (2) :916-921.
- [22] 杨华忠 ,史铁钧 ,翟林峰. PDMS/SiO₂ 杂化电纺纤维的制备与表征 [J]. 高分子材料科学与工程 ,2008 ,24 (1) :47-50.
- [23] 张礼华 ,胡人峰 ,沈青. 茶多酚在水和 *N,N*-二甲基甲酰胺中的溶解行为及动力学模型 [J]. 广州化学 ,2007 ,32(4) :18-24.
- [24] Tejero I ,Gonzalez-Garcia N ,Gonzalez-Lafont A ,et al. Tunneling in green tea: understanding the antioxidant activity of catechol-containing compounds ,a variational transition-state theory study [J]. J Am Chem Soc ,2007 ,129 (18) :5846-5854.
- [25] Wang Ruiyu ,Guo Juan ,Chen Dan ,et al. "Tube brush" like ZnO/SiO₂ hybrid to construct a flexible membrane with enhanced photocatalytic properties and recycling ability [J]. J Mater Chem ,2011 ,21:19375-49380.

The Green Preparation and Catalytic Application of a Novel Electrospun Fibrous Membrane with Reduction Characteristic

MO Lulu ,LIU Tianxi* ,WANG Ruiyu ,MIAO Yue'e*

(State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials ,College of Materials Science and Engineering ,
Innovation Center for Textile Science and Technology ,Donghua University ,Shanghai 201620 ,China)

Abstract: Green tea is applied as the solvent to prepare a novel PVA/SiO₂/tea polyphenols (PVA/SiO₂/TP) nanofiber membrane via the electrospinning technique ,which effectively confines the tea polyphenols within the nanofibers. With the gradual releasing of TP from PVA/SiO₂/TP nanofibers ,the surface of PVA/SiO₂/tea polyphenols membrane can function as the reactive sites and reduce AgNO₃ into Ag nanoparticles without any extra reagents. The surface morphology and structure of the Ag/PVA/SiO₂ fibers are characterized by SEM and XRD ,while the catalytic performance is investigated as well. The results show that the PVA/SiO₂/TP has good stability in water and AgNPs can be uniformly coated on the surface of PVA/SiO₂ nanofibers. Furthermore ,the Ag/PVA/SiO₂ nanofiber membrane exhibits excellent catalytic properties for the degradation of methylene blue. The membrane thus obtained is promising for potential applications in catalysis and bio-medical fields. Moreover ,the whole process is completely an innovative "green" preparation approach which is in good accordance with the requirement of no toxic solvent medium ,green reducing agents and protectant ,and no harsh reaction conditions.

Key words: green tea ;reductive membrane ;electrospinning ;silver nanoparticles

(责任编辑: 刘显亮)