

# 聚乳酸 / 酯化纤维素纳米晶体共混膜性能研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2022.05.002

蔡蓉 孟聪 胡灿  
李想 李玲 刘嘉婷  
周跃云 陈一

湖南工业大学  
城市与环境学院  
湖南 株洲 412007

**摘要:**以聚乳酸(PLA)为基体,酯化纤维素纳米晶体(ECNC)为添加剂,制备了 PLA/ECNC 共混膜。探讨了原始纤维素纳米晶体(CNC)与 ECNC 对 PLA 膜的透光率、表面形貌、热稳定性、亲疏水性及力学性能的影响。结果表明,与 CNC 相比,ECNC 与 PLA 的相容性提高,透光率、热稳定性及力学性能也显著增强;经酯化的纤维素纳米晶体能降低 CNC 的亲水性,从而增强与 PLA 的界面黏合力,使 CNC 在 PLA 共混膜中的质量分数由小于 1% 提高到 5%。该 PLA/ECNC 共混膜在包装塑料领域具有潜力,为制备出性能更加优良的可降解包装用塑料提供了一种简单可行的方法。

**关键词:**聚乳酸;酯化纤维素纳米晶体;共混膜;力学性能

**中图分类号:** TB332

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2022)05-0009-07

**引文格式:**蔡蓉,孟聪,胡灿,等.聚乳酸/酯化纤维素纳米晶体共混膜性能研究[J].包装学报,2022,14(5):9-15.

## 1 研究背景

传统的包装用塑料由石油基原料制备而来,具有质量轻、耐水、机械性能强和热密封性好等特点,但其通常不可降解且难回收。大量的开发和利用石油等不可再生资源,导致资源不可持续发展和环境污染等问题,促使研究者们致力于从可再生资源中开发新材料替代石油基原料,并研发可降解塑料以解决环境问题。

聚乳酸(poly-lactic acid, PLA)具有良好的透光率、阻隔性、耐水性、可印刷性、可降解性及机械强度高优点,被认为是一种理想的包装用塑料<sup>[1-2]</sup>。PLA 延伸率低、韧性差,因而用于包装塑料时,需进一步提升韧性<sup>[3]</sup>。通常采用的改性方法为共聚和共混。如 S. R. Rath 等<sup>[4]</sup>合成了末端嵌段含有 PDLA(右

旋聚乳酸, D-poly-lactic acid)和中间嵌段含有 PLLA(左旋聚乳酸, L-poly-lactic acid)的 ABA 三嵌段共聚物(PDLA-PLLA-PDLA)。力学研究结果表明,与 PLLA 相比,三嵌段共聚物的韧性有所提高。M. Maroufkhani 等<sup>[5]</sup>采用动态硫化工艺制备了不同含硫量的分布式共混聚乳酸/丁腈橡胶,结果表明动态硫化对聚乳酸具有较高的增韧效果。共聚可有效改善材料的韧性,但其在生产工艺上难以实施和控制,且成本较高,目前主要被应用于生物医学领域,相对而言物理共混才是更经济、简便、易行的材料复合改性方法。

纤维素纳米晶体(cellulose nanocrystals, CNC)由丰富且可再生的纤维素生成,具备可降解、生物相容性好及力学强度高优点,可用做多种高分子

收稿日期:2022-05-18

基金项目:湖南省研究生科研创新基金资助项目(CX20201028);湖南省自然科学基金资助项目(2020JJ6074、2021JJ50031)

作者简介:蔡蓉(1990-),女,湖南益阳人,湖南工业大学博士生,主要研究方向为包装废弃物资源化利用,

E-mail: rongerzizai@163.com

通信作者:陈一(1982-),男,湖南衡阳人,湖南工业大学教授,博士生导师,主要从事高分子材料与工程研究,

E-mail: yiyue514@aliyun.com

材料的增强材料<sup>[6]</sup>。将 CNC 作为填充粒子分散于 PLA 中, 可得到具有降解性的新型纳米复合材料。如 Shen H. 等<sup>[7]</sup>通过静电纺丝法将无溶剂球形纤维素结晶液 (CNCfs), 嵌入到 PLA 纤维膜中, 设计出了多功能生物降解复合纤维。Lee K. Y. 等<sup>[8]</sup>以生物衍生聚乳酸共聚物为增容剂, 制备了力学性能较好的细菌纤维素/PLLA 纳米复合材料。CNC 表面含有大量极性的羟基, 表现出很强的亲水性, 阻碍了其在非极性聚乳酸中均匀分布。为了提升 CNC 的分散性, 优化复合材料性能, 需要对 CNC 进行表面改性<sup>[9]</sup>。在众多的化学和物理改性方法中, 酯化是一种制备方法相对简单, 改性后 CNC 性能较稳定的方法<sup>[10]</sup>。

本研究拟先制备酯化纤维素纳米晶体 (ECNC), 再将其与 PLA 共混, 增强 PLA 韧性, 并利用超景深显微镜、热重分析仪、水接触角测量仪和万能力学测试仪分析酯化 ECNC 和未酯化 CNC 对 PLA 膜表面微观结构、热稳定性、亲疏水性、力学强度的影响, 以期制备性能更加优良的 PLA 塑料包装提供一种简易的方法。

## 2 实验

### 2.1 实验原料及仪器

#### 1) 主要原料

聚乳酸 ( $M_w=2.07 \times 10^5$ ), 购自美国 nature work 公司。纤维素纳米晶体 (质量分数为 10% 的水分散液), 购自天津市木精灵生物科技有限公司。浓硫酸 ( $H_2SO_4$ , 纯度为 98%), 购自湖南汇虹试剂有限公司。乙醇 ( $CH_3CH_2OH$ , 分析纯), 购自阿拉丁试剂 (上海) 有限公司。二氯甲烷 ( $CH_2Cl_2$ , 分析纯), 购自天津市富宇精细化工有限公司。戊二酸酐 (glutaric anhydride, GA, 纯度为 98%), 购自麦克林试剂公司。

#### 2) 主要仪器

傅里叶红外光谱仪, Nicolet 380 型, 美国 Nicolet 公司; 紫外分光光度计, Lambda 950 型, 美国 Perkin Elmer 公司; 超景深显微镜, VHX-6000 型, 日本 KEYENCE 公司; 热重分析仪, Q50 型, 美国 TA 公司; 万能力学测试仪, UTM6000 型, 中国 Suns 公司; 接触角测量仪, CA100B 型, 上海盈诺精密仪器有限公司。

### 2.2 实验步骤

#### 2.2.1 制备酯化纤维素纳米晶体

为了改善 PLA 与 CNC 的相容性, 通过酯化改性

将 GA 接枝到 CNC 结构中, 酯化反应式如图 1 所示。由图 1 可知, CNC 结构中的羟基被 GA 取代, 两者以共价键结合, 降低了 CNC 的亲水性<sup>[11]</sup>。本研究采用熔融共混的方法<sup>[12]</sup>制备 ECNC, 具体操作如下: 称取 18 g 的 GA 加入圆底烧瓶中, 160 °C 下充分熔融后添加 10  $\mu$ L 浓硫酸, 再加入 2 g CNC 搅拌均匀; 先通入  $N_2$  常压反应 2 h, 再减压反应 5 h; 将反应物用无水乙醇进行洗涤, 抽滤, 再用去离子水洗涤样品至中性, 最后将样品放入 105 °C 烘箱中干燥至恒重, 得到 ECNC。

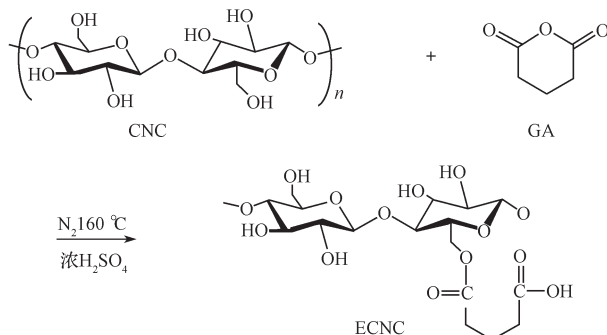


图 1 纤维素纳米晶体与戊二酸酐酯化反应

Fig. 1 Esterification of cellulose nanocrystals with glutaric anhydride

#### 2.2.2 制备 CNC/PLA 及 ECNC/PLA 共混膜

按照配方表 (见表 1), 称取一定量的 PLA 和 CNC 或 ECNC, 放入装有 40 mL 二氯甲烷的烧杯中, 25 °C 下磁力搅拌 30 min, 直至 PLA 完全溶解; 再超声 1 h, 使 CNC 或 ECNC 充分分散; 将共混液倒入模具, 最后放入通风橱直至二氯甲烷挥发完毕, 得到共混膜。

表 1 PLA 共混膜编号及配方成分表

Table 1 The number and formula ingredient list of PLA blend film

样品编号	PLA 用量 /g	CNC 用量 /g	ECNC 用量 /g
PLA	1.00		
PC1	0.99	0.01	
PEC1	0.99		0.01
PEC3	0.97		0.03
PEC5	0.95		0.05
PEC7	0.93		0.07

### 2.3 表征与测试

1) 红外光谱分析: 样品经电热鼓风干燥箱烘干后, 取适量与 KBr 混合均匀, 放入石英研磨钵中研磨成粉后, 压片制样。使用傅里叶红外光谱仪分析样

品, 扫描范围为  $500\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ 。

2) 透光率分析: 使用紫外分光光度计测试纯 PLA 膜、PLA/CNC 及 PLA/ECNC 共混膜的透光率, 测试波长为  $300\sim 800\text{ nm}$ 。

3) 表面形貌分析: 利用超景深电子显微镜在不同倍数下对纯 PLA 膜、PLA/CNC 及 PLA/ECNC 共混膜的表面形貌进行表征。

4) 热重分析: 将待测样品烘干后, 称取  $5\sim 10\text{ mg}$  样品放入氧化铝坩埚中, 通入氮气作保护气, 从  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  升温至  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 升温速度为  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

5) 水接触角测试: 在  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  环境中, 将  $2\text{ }\mu\text{L}$  去离子水滴在待测样品膜上, 测量接触角, 每个样品测量 5 次, 取平均值。

6) 力学测试分析: 用标准样刀将样品膜切成  $75\text{ mm}\times 4\text{ mm}$  大小的哑铃型长条, 测定膜的拉伸强度及断裂伸长率, 拉引速度设定为  $1\text{ mm/s}$ , 每种膜测定 5 个平行试样, 取平均值。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 酯化 CNC 红外表征

红外光谱可表征纤维素纳米晶体化学基团的变化情况。图 2 为 CNC 酯化前后的红外光谱图。

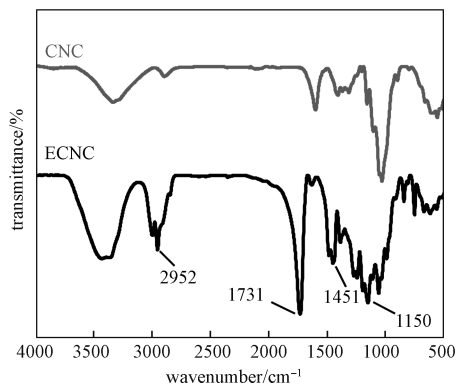


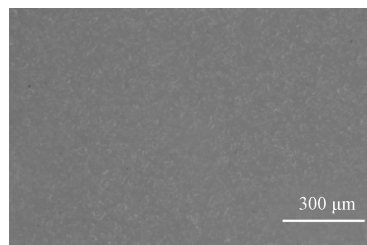
图 2 CNC 和 ECNC 红外图谱

Fig. 2 FTIR spectra of CNC and ECNC

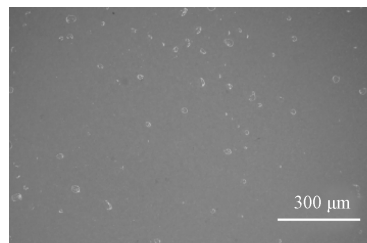
由图 2 可知, ECNC 在  $2952\text{ cm}^{-1}$  和  $1451\text{ cm}^{-1}$  处的特征峰归因于次甲基 C—H 的伸缩振动和亚甲基—CH<sub>2</sub> 的弯曲振动, 这两处的特征峰明显增强, 表明相应的基团数量增加。同时, 在  $1731\text{ cm}^{-1}$  和  $1150\text{ cm}^{-1}$  处新增了两个非常强烈的特征峰, 分别归因于酯基上 C=O 键和 C—O 键的伸缩振动。此外, 纳米纤维素其它特征峰没有减少。由此可以推断, 经酯化改性后, GA 成功接枝到 CNC 上, 且没有破坏 CNC 的结构。

#### 3.2 表面形貌分析

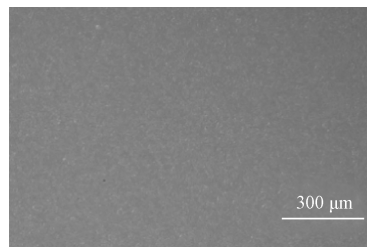
用超景深显微镜观察纯 PLA、PC1 及 PLA/ECNC 共混膜的表面形貌, 结果如图 3 所示。



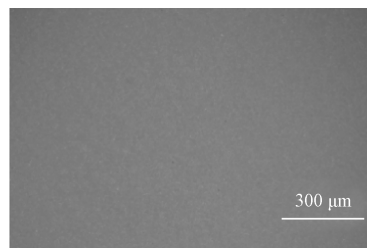
a) 纯 PLA 膜



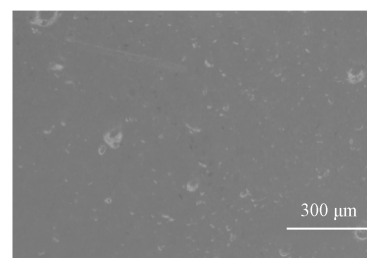
b) PC1 膜



c) PEC1 膜



d) PEC5 膜



e) PEC7 膜

图 3 纯 PLA 膜、PC1 和 PLA/ECNC 共混膜超景深显微镜图

Fig. 3 Ultra-depth-of-field microscope images of pure PLA film, PC1, and PLA/ECNC blend films

对比图 3a~b 可知, 纯 PLA 膜表面比较均匀平整, 加入质量分数 1% 的 CNC 后, PC1 膜表面沉积了少许团聚的 CNC。这是因为 CNC 极亲水, 而 PLA 疏水, 两种物质的界面差异较大, 相容性较差。对比图 3b~d 可知, 酯化后的 ECNC 与 PLA 的相容性明显改善。这是因为酯化反应能减少 CNC 分子链中羟基的数量, 降低 CNC 的亲水性, 提高其与 PLA 的界面结合强度, 从而提高复合材料的综合性能<sup>[13]</sup>。但当 ECNC 质量分数达到 7% 时, 出现了少许团聚 (见图 3e), 这是由于 ECNC 浓度过大而出现分散不均的现象。经超景深显微镜证实, 本研究成功将纤维素纳米晶体在 PLA 共混膜中的质量分数从小于 1% 提高到 5%, 故后续透光率及热重分析选取 PEC5 与 PC1 进行对比分析。纤维素纳米晶体在 PLA 膜基体中的均匀分散以及含量的提高, 为制备性能更加优良的包装塑料提供了重要保障。

### 3.3 透光率分析

利用紫外分光光度计测试纯 PLA 膜、PC1 及 PEC5 共混膜的透光率, 所得结果如图 4 所示。纯 PLA 膜具有良好的透光率, 这是其用做包装塑料的基本条件之一。加入质量分数为 1% 的 CNC 后, PC1 膜透光率明显降低。CNC 经酯化后, 即使加入质量分数为 5% 的 ECNC, PEC5 共混膜的透光率也较 PC1 明显提升, 与纯 PLA 膜相差不大, 这表明酯化后 ECNC 与 PLA 相容性增强。

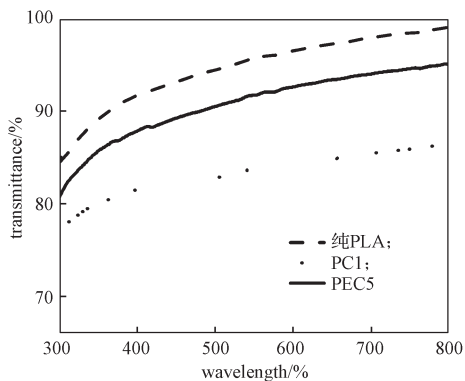


图 4 纯 PLA 膜、PC1 及 PEC5 共混膜透光率  
Fig. 4 Light transmittance of pure PLA film, PC1 and PEC5 blend films

### 3.4 热重分析

材料的热分解是物理化学变化过程, 热分解过程中伴随着材料的相变、氧化和分解等过程。因此, 分析其耐热性能对复合材料的加工具有重要意义。纯 PLA 膜、PC1 及 PEC5 共混膜的 TGA 曲线如图 5 所示。

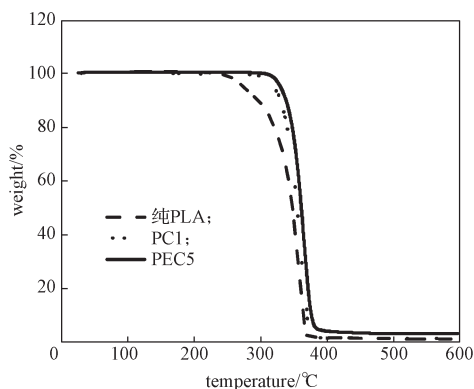


图 5 纯 PLA 膜、PC1 及 PEC5 共混膜的 TGA 曲线  
Fig. 5 TGA curves of pure PLA film, PC1 and PEC5 blend films

由图 5 可知, 纯 PLA 膜的热分解温度 ( $T_d$ ) 为 289 °C, 基本只有一个热分解阶段, 在 289~370 °C 范围内。相比于纯 PLA 膜, 共混膜的  $T_d$  都有所升高, 且 PEC5 膜的升高更明显。共混膜热稳定性的提高可归因于 CNC 颗粒的加入, 在 PLA/CNC 中尽管存在少许 CNC 团聚体, 但 CNC 与共混基体之间牢固结合, 较强的分子间键合及氢键作用可以增强聚合物链断裂所需的键解离能<sup>[14-17]</sup>。而经过酯化改性后 ECNC 与 PLA 的界面结合强度进一步提高, 一定程度上限制了 PLA 分子链的运动, 使 PLA/ECNC 的热稳定性较 PLA/CNC 更加优异。

### 3.5 水接触角分析

接触角  $\theta$  是气液界面通过液体而与固液界面所夹的角, 它是用来衡量固体和液体之间相容性的重要参数。纯 PLA 膜、PC1 及 PLA/ECNC 共混膜的水接触角如图 6 所示。

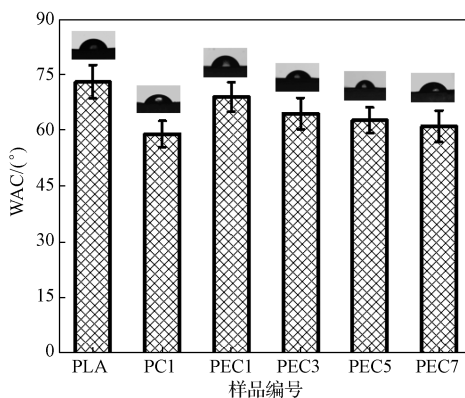


图 6 纯 PLA 膜、PC1 及 PEC5 共混膜的水接触角  
Fig. 6 Water contact angle diagrams of pure PLA film, PC1 and PEC5 blend films

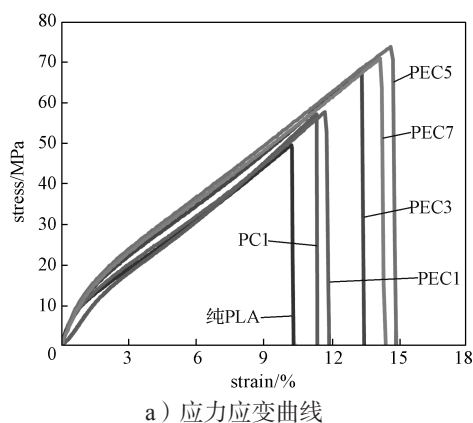
由图 6 可知, 纯 PLA 膜的水接触角为 73.02° ,



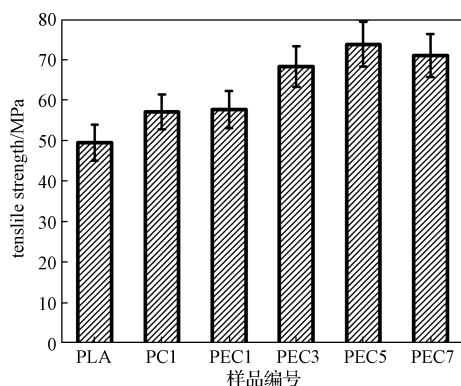
混入 CNC 后, 接触角下降, 这是因为 CNC 表面含有丰富的羟基, 表现出亲水性。对比 PC1 与 PEC1 可知, CNC 经酯化后, 亲水性降低, 使 PLA/ECNC 的水接触角较 PLA/CNC 增大。但随着 ECNC 含量的增加, PLA/ECNC 的水接触角呈逐渐减小的趋势。这是因为尽管 CNC 经过了酯化, ECNC 的亲水性仍高于 PLA, 其含量的增加会减小 PLA/ECNC 的水接触角。

### 3.6 力学性能分析

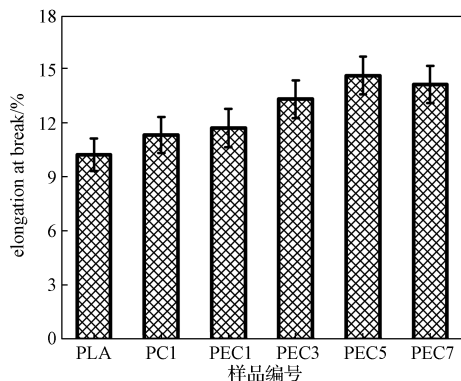
纳米填料的加入会影响聚合物纤维的力学性能。纯 PLA 膜、PC1 及 PLA/ECNC 共混膜的力学性能如图 7 所示。



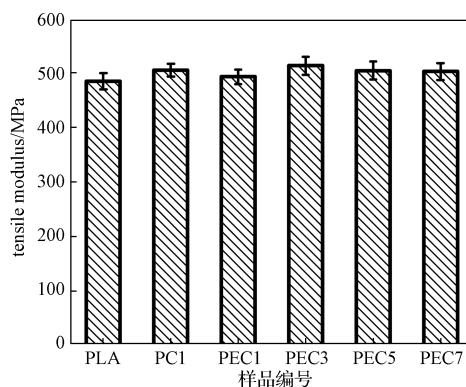
a) 应力应变曲线



b) 拉伸强度



c) 断裂伸长率



d) 弹性模量

图 7 纯 PLA 膜、PC1 及 PLA/ECNC 共混膜力学性能

Fig. 7 Mechanical properties of pure PLA film, PC1 and PLA/ECNC blend films

由图 7 可知, CNC 和 ECNC 的加入均能对共混膜力学性能的提高产生积极作用, 这归功于 CNC 的固有刚度 (弹性模量 130~250 GPa)、高纵横比 (直径 1~10 nm、长度 50~150 nm), 以及 CNC 与 PLA 之间的氢键引起的强界面相互作用, 使拉伸作用产生的应力有效地从 PLA 基体经界面转移到 CNC 上, 从而提高复合材料的力学性能<sup>[18-19]</sup>。与 CNC 相比, 酯化 ECNC 的加入对 PLA 在拉伸强度、断裂伸长率和弹性模量的提升更显著, 这表明 ECNC 与 PLA 的界面黏合性得到提高。随着 ECNC 用量的增加, PLA/ECNC 各项力学性能呈先升高后下降的趋势, 这是因为 ECNC 含量低时, 熔融的 PLA 能完全将 ECNC 浸润, 两者界面发生有效融合; 但当 ECNC 含量增多时, 容易在 PLA 中分散不均, 出现团聚现象, 对复合材料的力学性能产生不利影响。这一结论与图 3 超景深显微镜图相符, ECNC 质量分数达到 7% 时, 共混膜表面出现少量团聚。当 ECNC 质量分数为 5% 时 PLA/ECNC 有最大的拉伸强度和断裂伸长率, 分别为  $(73.7 \pm 5.5)$  MPa 和  $(14.6 \pm 1.1)\%$ 。最大弹性模量为  $(513.5 \pm 16.5)$  MPa, 在 ECNC 质量分数为 3% 时出现。

## 4 结语

针对 CNC 与 PLA 相容性不佳的问题, 本研究通过将 CNC 酯化, 制备出 PLA/ECNC 共混膜。酯化后的 ECNC, 羟基含量减少、亲水性降低, 与 PLA 相容性增强, 使 CNC 在 PLA 共混膜中的质量分数由小于 1% 提高到 5%, 提高了纤维素纳米晶体在疏

水性 PLA 基体中的添加量。经测试, 与纯 PLA 及 PLA/CNC 相比, PLA/ECNC 共混膜在透光率、热稳定性、力学性能等方面得到显著提升。本研究为制备出性能更加优良的可降解包装用塑料提供了一种简单可行的方法。

#### 参考文献:

- [1] MEEREBOER K W, MISRA M, MOHANTY A K. Review of Recent Advances in the Biodegradability of Polyhydroxyalkanoate (PHA) Bioplastics and Their Composites[J]. Green Chemistry, 2020, 22(17): 5519–5558.
- [2] 陈静雯. 聚乳酸改性及其在食品包装中的应用研究 [J]. 塑料包装, 2019, 29(2): 10–15.  
CHEN Jingwen. Modification of Polylactic Acid and Its Application in Food Packaging[J]. Plastics Packaging, 2019, 29(2): 10–15.
- [3] 李冬芸, 韩昭良. 生物可降解塑料的生产现状及应用 [J]. 合成树脂及塑料, 2021, 38(5): 83–86.  
LI Dongyun, HAN Zhaoliang. Production and Application of Biodegradable Plastics[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2021, 38(5): 83–86.
- [4] RATHI S R, COUGHLIN E B, HSU S L, et al. Effect of Midblock on the Morphology and Properties of Blends of ABA Triblock Copolymers of PDLA-Mid-Block-PDLA with PLLA[J]. Polymer, 2012, 53(14): 3008–3016.
- [5] MAROUFKHANI M, KATBAB A, BIZHANI H, et al. Toward Morphology Development and Impact Strength of Co-Continuous Supertough Dynamically Vulcanized Rubber Toughened PLA Blends: Effect of Sulfur Content[J]. Polymer, 2021, 217: 123439.
- [6] 胡 灿. 油菜秆混杂纳米纤维素的制备及其在保鲜包装膜中的应用与研究 [D]. 株洲: 湖南工业大学, 2021.  
HU Can. Preparation of Rape Stalk Hybrid Nanocellulose and Its Application in Fresh-Keeping Packaging Film[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2021.
- [7] SHEN H, LI Y S, YAO W, et al. Solvent-Free Cellulose Nanocrystal Fluids for Simultaneous Enhancement of Mechanical Properties, Thermal Conductivity, Moisture Permeability and Antibacterial Properties of Polylactic Acid Fibrous Membrane[J]. Composites Part B: Engineering, 2021, 222: 109042.
- [8] LEE K Y, TANG M, WILLIAMS C K, et al. Carbohydrate Derived Copoly(Lactide) as the Compatibilizer for Bacterial Cellulose Reinforced Polylactide Nanocomposites[J]. Composites Science and Technology, 2012, 72(14): 1646–1650.
- [9] LI M C, MEI C T, XU X W, et al. Cationic Surface Modification of Cellulose Nanocrystals: Toward Tailoring Dispersion and Interface in Carboxymethyl Cellulose Films[J]. Polymer, 2016, 107: 200–210.
- [10] LIN S, ZHANG X Y, LIU H Y, et al. Recent Advance in Hydrophobic Modification of Nanocellulose[J]. Current Organic Chemistry, 2020, 24(3): 417–436.
- [11] SEHAQUI H, ZIMMERMANN T, TINGAUT P. Hydrophobic Cellulose Nanopaper Through a Mild Esterification Procedure[J]. Cellulose, 2014, 21(1): 367–382.
- [12] 韩宁宁. 纤维素基生物降解塑料的制备及其性能研究 [D]. 郑州: 郑州大学, 2019.  
HAN Ningning. Study of Preparation and Properties of Cellulose-Based Biodegradable Plastics[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University, 2019.
- [13] GENG S Y, WEI J Y, AITOMÄKI Y, et al. Well-Dispersed Cellulose Nanocrystals in Hydrophobic Polymers by in Situ Polymerization for Synthesizing Highly Reinforced Bio-Nanocomposites[J]. Nanoscale, 2018, 10(25): 11797–11807.
- [14] GAN P, SAM S T, ABDULLAH M F, et al. Thermal Properties of Nanocellulose-Reinforced Composites: A Review[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2019, 137(11): 48544.
- [15] MANDAL A, CHAKRABARTY D. Studies on the Mechanical, Thermal, Morphological and Barrier Properties of Nanocomposites Based on Poly(Vinyl Alcohol) and Nanocellulose from Sugarcane Bagasse[J]. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2014, 20(2): 462–473.
- [16] HAI L, CHOI E S, ZHAI L D, et al. Green Nanocomposite Made with Chitin and Bamboo Nanofibers and Its Mechanical, Thermal and Biodegradable Properties for Food Packaging[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 144: 491–499.
- [17] MONDRAGON G, PEÑA-RODRIGUEZ C, GONZÁLEZ A, et al. Bionanocomposites Based on Gelatin Matrix and Nanocellulose[J]. European Polymer Journal, 2015, 62: 1–9.
- [18] ANDRADE M S, ISHIKAWA O H, COSTA R S, et

al. Development of Sustainable Food Packaging Material Based on Biodegradable Polymer Reinforced with Cellulose Nanocrystals[J]. Food Packaging and Shelf Life, 2022, 31: 100807.

[19] MOHAMMADI M, HEUZEY M C, CARREAU P J, et al. Interfacial Localization of CNCS in PLA/

PBAT Blends and Its Effect on Rheological, Thermal, and Mechanical Properties[J]. Polymer, 2021, 233: 124229.

(责任编辑: 李玉华)

## Study on Properties of Polylactic Acid / Esterified Cellulose Nanocrystal Blend Films

CAI Rong, MENG Cong, HU Can, LI Xiang, LI Ling, LIU Jiating, ZHOU Yueyun, CHEN Yi

( College of Urban and Environmental Sciences, Hunan University of Technology, Hunan Zhuzhou 412007, China )

**Abstract:** PLA/ ECNC blend films were prepared using polylactic acid (PLA) as the matrix and esterified cellulose nanocrystals (ECNC) as the additive. The effects of cellulose nanocrystal (CNC) and esterified cellulose nanocrystal on the light transmittance, surface morphology, thermal stability, hydrophilicity and mechanical strength of PLA films were investigated. The results showed that the compatibility of ECNC with PLA was increased, and the light transmittance, thermal stability and mechanical properties were also enhanced compared with CNC. Esterified cellulose nanocrystals reduced the hydrophilicity of CNC, thereby enhancing the interfacial adhesion with PLA. In addition, the content of CNC in the PLA blend film was increased from less than 1% to 5%. The PLA/ECNC blend film has potential in the field of packaging plastics, and provides a simple and feasible method for the preparation of biodegradable packaging plastics with better performance.

**Keywords:** polylactic acid; esterified cellulose nanocrystal; blend film; mechanical property