

杜仲枝木纳米纤维素晶体特性分析及其 对大豆蛋白胶黏剂强化作用研究

赵伟¹ 耿兰² 张强³

(1.西北农林科技大学 陕西 712100; 2.西北农林科技大学 陕西 712100; 3.西北农林科技大学 陕西 712100)

摘要:【目的】杜仲叶林种植模式生产大量可药用杜仲叶的同时产生了大量枝木,难以有效利用。杜仲枝木的纤维素含量较高,是生产纳米纤维素的优良原料,但尚未见相关研究。此外,大豆蛋白(SPI)胶黏剂是具有较好应用前景的生物基胶黏剂,但粘度较大、胶合强度不高。因此,研究杜仲枝木制备纳米纤维素晶体(CNC)技术,以及CNC增强SPI胶黏剂的影响因素,可为杜仲枝木高值化利用提供途径,同时为SPI胶黏剂的改性和应用提供参考。

【方法】以杜仲枝木为原料,分别采用3种羧酸低共熔溶剂(DES)结合微射流处理制备杜仲CNC,比较3种DES的预处理效果,计算CNC得率并通过马尔文粒度仪、扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)、热重分析仪(TGA)、X射线衍射仪(XRD)、傅里叶变换红外光谱仪(FTIR)分析其粒径、电位、表面形貌、热稳定性、晶体结构和官能团等性质;研究DES组分摩尔比和温度对CNC得率和性质的影响,并比较三元DES和二元DES体系制备CNC的性质差异;再以CNC为增强材料改性SPI胶黏剂,探究CNC的添加量和长径比对SPI胶黏剂性能的影响,通过旋转流变仪、热压机、FTIR、XRD、TGA和SEM分析胶黏剂的流变性能、胶合强度、官能团、结晶度、热稳定性、表面形貌等性质。

【结果】(1)3种羧酸DES中,氯化胆碱/乳酸/对甲苯磺酸(TLA)制备的CNC得率较高,为77.59%,CNC长度 82.67 ± 2.67 nm,直径 12.43 ± 0.27 nm,长径比6.65,结晶度较低,热稳定性高,TLA是制备杜仲CNC的较佳DES。温度对DES制备的CNC性能影响显著,低温下制备的CNC悬浮液更稳定,得率更高,热稳定性也更高。酸性DES对纤维素结晶区有显著作用,所得CNC结晶度低于纤维素原料。

(2)以TLA预处理制备CNC,较高的乳酸含量和处理温度有利于CNC制备,但会导致纤维素部分水解或碳化,使得率降低。氯化胆碱、乳酸和对甲苯磺酸的摩尔比为2:12:1,温度为110℃时,所得CNC为纤维素II晶型,结晶度62.21%,得率62.18%,最大失重速率温度为366℃。与对应二元DES相比,TLA制备的CNC得率较高,长径比较大,为21.69,热稳定性高。

(3)CNC长径比对其增强胶黏剂性能有显著影响。CNC的加入增加了胶黏剂固体含量,粘度增大。高长径比CNC与大豆蛋白的反应活性高于低长径比CNC,胶黏剂的水溶性和水分吸收率更低。高长径比CNC添加量为0.5%时胶黏剂的干状和湿状胶合强度分别为2.2571 MPa和0.9637 MPa,均超过国家II类板材标准。

【结论】本研究为杜仲枝木CNC的制备找到了一种优良的DES,明确了高长径比CNC是大豆蛋白胶黏剂的优良增强剂。为杜仲枝木的利用提供了技术参考,对大豆蛋白胶黏剂的改性研究有一定的借鉴意义。

关键词: 杜仲; 低共熔溶剂; 纳米纤维素; 大豆蛋白胶黏