



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105385125 A

(43) 申请公布日 2016.03.09

(21) 申请号 201510916154.X

(22) 申请日 2015.12.09

(71) 申请人 南京林业大学

地址 210037 江苏省南京市玄武区龙蟠中路  
159号

(72) 发明人 高勤卫 赵银屏 姜莎莎 洪建国  
王芳 曹丹

(51) Int. Cl.

*C08L 67/04*(2006.01)

*C08K 5/1545*(2006.01)

*C08J 3/205*(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

### (54) 发明名称

一种聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料及其制备方法

### (57) 摘要

本发明公开了纤维二糖改性聚乳酸的共混物材料,所述的共混物中聚乳酸的质量含量为 99.9 ~ 0.1%、纤维二糖质量含量为 0.1 ~ 99.9%。以纤维二糖、聚乳酸为原料,以二甲基亚砜 (DMSO)、N,N-二甲基乙酰胺 (DMAc) 为溶剂,在 20 ~ 150°C 恒温至纤维二糖、聚乳酸完全溶解,制备聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液。将该混合溶液在 20 ~ 150°C 真空干燥,完全脱除溶剂,得到纤维二糖与聚乳酸共混物。该共混物经挤出造粒后,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。所述的聚乳酸可以为 L-乳酸、D-乳酸的均聚物、共聚物或其共混物。

1. 一种聚乳酸与纤维二糖的共混物,其特征在于:所述的共混物中,聚乳酸的质量含量为 99.9 ~ 0.1%,纤维二糖的质量含量为 0.1 ~ 99.9%。

2. 权利要求 1 所述的纤维二糖与聚乳酸共混物,其特征在于:以聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液制备聚乳酸 / 纤维二糖共混材料,聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液以下列步骤实现:将纤维二糖加入到二甲基亚砜 (DMSO) 或 N, N- 二甲基乙酰胺 (DMAc) 溶剂中,在 20 ~ 150℃ 恒温搅拌至纤维二糖完全溶解;随后将聚乳酸加入该溶液中,恒温搅拌至聚乳酸完全溶解,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液;将该共混溶液在 20 ~ 150℃ 真空干燥,脱除溶剂,得到纤维二糖与聚乳酸共混物;所得的共混物经造粒并真空干燥后,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

3. 权利要求 2 所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液,其特征在于:所述的聚乳酸 / 纤维二糖混合溶液也可以采用下列三种方式制备:1) 将纤维二糖、聚乳酸同时加入到溶剂中,加热到 20 ~ 150℃ 恒温,至纤维二糖、聚乳酸溶解完全,得到共混溶液;2) 将纤维二糖、聚乳酸分别溶于溶剂中,加热到 20 ~ 150℃ 恒温,溶解完全,再将所得的纤维二糖溶液、聚乳酸溶液混合,得到共混溶液;3) 将聚乳酸加入到溶剂中,加热到 20 ~ 150℃ 恒温,至聚乳酸溶解完全,再加入纤维二糖,恒温至纤维二糖、聚乳酸溶解完全,得到共混溶液。

4. 权利要求 2 所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液,其特征在于:所述的溶剂的脱除,也可以采用以下步骤:将聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液倒入一定量的甲醇中产生沉淀,再抽滤分离沉淀,最后将抽滤所得的沉淀物真空干燥,即得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物。

5. 权利要求 1 所述的纤维二糖与聚乳酸共混物,其特征在于:聚乳酸为 L- 乳酸和 D- 乳酸的均聚物、共聚物或者它们之间的共混物。

6. 权利要求 2 所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液,其特征在于:所述的溶剂可以是二甲基亚砜 (DMSO) 和 N, N- 二甲基乙酰胺 (DMAc) 的任意一种,或者两者任意比例的混合物。

7. 权利要求 2 所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液,其特征在于:所得的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液的浓度为 0.1 ~ 50%。

8. 权利要求 2 所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液,其特征在于:所述的聚乳酸 / 纤维二糖共混溶液也可以采取挤出、流延、涂布方法进行成型。成型产物可以进一步制备纤维二糖与聚乳酸共混物粒料。

## 一种聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料及其制备方法

### 技术领域：

[0001] 本发明属于高分子材料技术领域，具体涉及纤维二糖改性聚乳酸的共混物材料及其制备方法和应用。

### 背景技术：

[0002] 聚乳酸 (PLA) 是线性脂肪族热塑性聚酯，可由 L- 乳酸直接熔融缩聚得到，或者丙交酯开环聚合得到。L- 乳酸可通过可再生资源（如玉米淀粉、纤维素等）发酵得到。PLA 以生物质资源为原料，摆脱了对石油资源的依赖。聚乳酸可生物降解性、生物相容性和良好的机械性能等优良性能，包括。因此，PLA 在生物医学领域应用广泛，如医疗植入物、缝合线和药物传递系统等。此外，PLA 还用于包装材料、塑料薄膜等领域。PLA 可以采用挤出、注射成型等热塑性加工方法进行加工。PLA 的玻璃化转变温度为  $55 \sim 65^{\circ}\text{C}$ ，PLA 材料在室温时脆性大，亲水性差，降低了它与其他物质的生物相容性等。而且纯 PLA 树脂结晶速度很慢，成型制品收缩率大、尺寸稳定性差，加工热稳定性差，制品耐久性差。这些性能缺点限制了聚乳酸材料在塑料材料领域的应用。因此，为了扩大其应用领域，聚乳酸材料必须进行改性，常用的改性方法包括共聚改性法和共混改性。其中，利用对聚乳酸进行共混改性，将不同性能的聚合物共混，可以大幅度地提高聚合物的性能，是改善聚乳酸性能的简单易行的有效方法之一。聚乳酸的共混改性是将聚乳酸和另一种物质按一定比例进行混合，所得的共混物除了具有聚乳酸和另一物质固有的优良性能外，还可能在两种组分间某种协同效应而呈现新的效应。聚乳酸与亲水性的单体或聚合物如单糖、二糖、聚乙二醇、聚肽和多糖类等共混，在疏水的聚乳酸中引入亲水性物质，可以提高材料的生物相容性，调节其降解速率。

[0003] 纤维二糖是生物质资源，是众多可再生资源的一种，而且原料丰富，对人体细胞具有亲和性，将之与聚乳酸共混，可以提高材料的生物相容性。而且，纤维二糖分子有一个半缩醛羟基，纤维二糖含有大量的亲水基团，与疏水性的聚乳酸共混，可以改善聚乳酸材料的亲水性，提高材料的综合性能，拓展其应用领域。纤维二糖的不足之处是不具备足够的力学性能和加工性能。此外，D- 纤维二糖单体以  $\beta$ -1,4- 糖苷键连接形成的纤维素广泛存在于自然界中，因此来源广泛。但是，利用纤维二糖改性聚乳酸的研究还未见报道。

[0004] 糖类物质改性聚乳酸的研究日益引起关注。Chen C 等以乙酸-二甲基亚砷 (DMSO) 为溶剂制备了不同比率的 PLLA/ 壳聚糖共混物，分析结果表明，在 PLLA/ 壳聚糖共混中，PLLA 分子的羟基和壳聚糖分子的氨基间形成了氢键。随着壳聚糖含量的提高，共混物的  $T_m$  和结晶度相较于纯 PLLA 有所下降 (Journal of European Polymer, 2005, 41 (5) :958-966.)。Park 等将淀粉用不同含量的甘油进行糊化后再与 PLA 进行共混。淀粉的糊化破坏了淀粉颗粒之间的结晶，降低了淀粉的结晶度，增强了淀粉与 PLA 界面间的粘结性 (Polymer Engineering&Science, 2000, 40 :2539-2550.)。曲萍等采用溶液浇铸法制备完全可降解的纳米纤维素 / 聚乳酸复合材料，经测试共混体系的粘度随着纳米纤维素质量分数的增加，呈非线性增长，为部分相容体系，并且在土壤中降解后材料表面有明显被侵蚀的痕迹 (现代化工, 2011, 31 :221-224.)。但是，目前所采用的大多数多糖类物质与聚乳酸的共混改性，

而关于纤维二糖共混改性聚乳酸的研究未见报道。

[0005] 近些年来,随着石油和煤炭储量的减少,而我国具有丰富的乳酸类的生物资源,可以替代石化产品。纤维二糖是纤维素水解的产物,而且原料来源丰富。同时,纤维二糖含有大量的亲水基团,与疏水性的聚乳酸共混,可以改善聚乳酸材料的亲水性,提高材料的综合性能,拓展其在医用材料以及塑料包装等领域的应用。

#### 发明内容:

[0006] 本发明的目的是针对聚乳酸的性能缺陷,选择亲水性的物质与之共混,研究两者的相容性,从而改善聚乳酸的硬而脆的性质、亲水性和细胞亲和性,进而提供一种高效、绿色环保的聚乳酸/纤维二糖共混物材料的制备方法,所得的共混物具有良好的相容性、加工性能和其他性能。

[0007] 实现本发明目的所采用的技术方案如下:

[0008] 聚乳酸/纤维二糖共混物的制备方法:本发明以纤维二糖和聚乳酸为原料,以二甲基亚砜(DMSO)、N,N-二甲基乙酰胺(DMAc)为溶剂,采用溶液共混方法,制备聚乳酸/纤维二糖共混物材料,所得共混物组份包括0.1~99.9%重量含量的纤维二糖和99.9~0.1%重量含量的聚乳酸。

[0009] 所述的聚乳酸/纤维二糖共混溶液的制备工艺步骤包括:将纤维二糖加入到DMSO溶剂中,在20~150℃恒温搅拌,至纤维二糖完全溶解。将占有聚乳酸/纤维二糖共混物的质量分数为0.1~99.9%的聚乳酸加入该溶液中,在20~150℃恒温搅拌,至聚乳酸完全溶解,得到聚乳酸/纤维二糖共混溶液,纤维二糖与聚乳酸的DMSO溶液的质量浓度为0.1~50%。将共混溶液经20~150℃真空条件下进行蒸发,将溶剂完全蒸发,回收二甲基亚砜,得到纤维二糖与聚乳酸共混物。所得的共混物经造粒并真空干燥后,得到聚乳酸/纤维二糖共混物材料。

[0010] 进一步的,所述的聚乳酸/纤维二糖共混溶液也可以采用下列步骤制备:将纤维二糖、聚乳酸按比例同时加到DMSO中,加热到20~150℃后恒温至溶解完全,得到聚乳酸/纤维二糖共混溶液。

[0011] 进一步的,所述的聚乳酸/纤维二糖共混溶液也可以采用下列步骤制备:将纤维二糖、聚乳酸分别溶于DMSO中,再将所得的纤维二糖溶液、聚乳酸溶液混合,得到聚乳酸/纤维二糖共混溶液。

[0012] 进一步的,所述的聚乳酸/纤维二糖共混溶液也可以采用下列步骤制备:将聚乳酸溶于DMSO中,加热到一定温度后恒温,至溶解完全,再加入纤维二糖,加热到一定温度后恒温,至溶解完全,得到聚乳酸/纤维二糖共混溶液。

[0013] 进一步的,所述的纤维二糖和聚乳酸共混物也可以采用下列步骤制备:将聚乳酸/纤维二糖共混溶液倒入一定量的甲醇中产生沉淀。抽滤分离沉淀。将抽滤得到的沉淀物在20~150℃下常压或真空干燥0.5~24小时,即得到聚乳酸/纤维二糖共混物。

[0014] 进一步的,所述的聚乳酸为L-乳酸和D-乳酸的均聚物、共聚物,或者聚乳酸均聚物之间、聚乳酸均聚物与共聚物之间的任意比例的共混物。

[0015] 进一步的,所述的聚乳酸/纤维二糖共混物的溶剂还可以是N,N-二甲基乙酰胺(DMAc)或者N,N-二甲基乙酰胺(DMAc)与二甲基亚砜(DMSO)的混合溶剂。

[0016] 进一步的,所述的纤维二糖与聚乳酸共混溶液可以采取涂布、流延成型、挤出成型等方法进行成型。

[0017] 进一步的,生产过程产生的 DMSO 废液,可以回收再生,从而降低生产成本和环境污染。

[0018] 本发明采用溶液共混的方式制备纤维二糖与聚乳酸共混物,工艺简单,纤维二糖原料来源丰富、成型方法简单。本发明的纤维二糖与聚乳酸共混物具有相容性好、成本低、环境污染小、环境可降解等特点。

#### 具体实施方式：

[0019] 下面结合具体的实施例对本发明的技术方案作进一步说明。根据下述实施例,可以更好地理解本发明。然而,实施例所描述的具体的物料配比、工艺条件及其结果仅用于说明本发明,实施例并非对本发明的范围进行限定。

#### [0020] 实施例 1：

将 0.1 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 20℃ 并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 9 份相对数均分子质量为 8 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 150℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 50℃ 真空下,将溶剂完全蒸发,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

#### [0021] 实施例 2：

将 1 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 20℃ 并溶解 10 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 1 份相对数均分子质量为 8 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜,在常温常压下蒸发至凝胶状,所得的共混膜在 50℃ 真空干燥 10 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

#### [0022] 实施例 3：

将 5 份纤维二糖加入到 50 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 50℃ 并溶解 8 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 15 份相对数均分子质量为 8 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 60℃ 真空下,将溶剂完全蒸发,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

#### [0023] 实施例 4：

将 1 份纤维二糖加入到 50 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 30℃ 并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 1 份相对数均分子质量为 3 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 90℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液逐滴滴加到甲醇溶剂中,得到絮状物,抽滤分离沉淀。将抽滤得到的沉淀物在 50℃ 下真空干燥 24 小时,即得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料,该共混物材料的熔点为 150℃。

#### [0024] 实施例 5：

将 9 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 50℃ 并溶解 2 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 0.1 份相对数均分子质量为 3 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 100℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 40℃ 真空下,将溶剂完全蒸发,得到纤维二糖 / 聚 L- 乳酸共混物材料。

**[0025] 实施例 6：**

将 10 份纤维二糖加入到 50 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 80℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 0.1 份相对数均分子质量为 3 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 100℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜,在常温常压下蒸发至凝胶状,所得的共混膜在 50℃真空干燥 24 小时,得到纤维二糖 / 聚 L- 乳酸共混物材料。

**[0026] 实施例 7：**

将 1 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 30℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解。将 1 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 加入 20 份 DMSO 中,在搅拌下升温至 80℃至 PLLA 完全溶解。将所得的纤维二糖溶液、PLLA 溶液混合在一起,继续搅拌 1 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混液。将该共混液在 60℃真空下,将溶剂完全蒸发,得到纤维二糖 / 聚 L- 乳酸共混物材料。

**[0027] 实施例 8：**

将 10 份纤维二糖加入到 30 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 80℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解。将 10 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 加入 15 份 DMAc 中,在搅拌下升温至 90℃至 PLLA 完全溶解。将所得的纤维二糖溶液、PLLA 溶液混合在一起,继续搅拌 1 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混液。将该共混液逐滴滴加到甲醇溶剂中,得到絮状物,抽滤分离沉淀。将抽滤得到的沉淀物在 60℃下真空干燥 12 小时,即得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

**[0028] 实施例 9：**

将 2 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 60℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解。将 2 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 加入 10 份 DMAc 中,在搅拌下升温至 90℃至 PLLA 完全溶解。将所得的纤维二糖溶液、PLLA 溶液混合在一起,50℃继续搅拌 1 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混液。将该共混液在常温常压下蒸发至凝胶状,挤出成型,将挤出物在 50℃真空干燥 12 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

**[0029] 实施例 10：**

将 1 份纤维二糖和 1 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 同时加入 50 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 120℃,搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 120℃真空下,将溶剂完全蒸发,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

**[0030] 实施例 11：**

将 2 份相对数均分子质量为 20 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 纤维二糖加入 50 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,升温至 100℃至聚乳酸完全溶解,再加入 2 份纤维二糖,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 70℃真空下,将溶剂完全蒸发,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

**[0031] 实施例 12**

将 2 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 50℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 2 份相对数均分子质量为 20 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 150℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 40℃真空下,将

溶剂完全蒸发,得到纤维二糖 / 聚 L- 乳酸共混物材料,该共混物材料的熔点为 156℃。

[0032] 实施例 13

将 2 份纤维二糖加入到 100 份 N- 甲基吗啉 -N- 氧化物 (NMMO) 水溶液中,在搅拌下升温至 60℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再将 38 份相对数均分子质量为 20 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),在搅拌下升温至 150℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜,将玻璃板甲醇溶剂中,抽滤的到共混物膜。将共混物膜在 60℃真空干燥 18 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

[0033] 实施例 14

将 1 份纤维二糖加入到 4 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 80℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 1 份相对数均分子质量为 25 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 150℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在常温常压下蒸发至凝胶状,后在 95℃真空干燥 6 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

[0034] 实施例 15

将 10 份纤维二糖加入到 10 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 80℃并溶解 3 小时至纤维二糖完全溶解。将 10 份相对数均分子质量为 25 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 加入到 40 份 DMAc 溶剂中,在搅拌下升温至 130℃,至 PLLA 完全溶解。将所得的纤维二糖溶液、PLLA 溶液混合在一起,40℃继续搅拌 1 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜,并将玻璃板浸入到甲醇溶剂中,得到沉淀,抽滤分离沉淀。将抽滤得到的沉淀物在 50℃下真空干燥 12 小时,即得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

[0035] 实施例 16

将 1 份纤维二糖和 1 份相对数均分子质量为 25 万的聚 L- 乳酸 (PLLA) 同时加入 25 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 120℃,搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在 60℃真空下,将溶剂完全蒸发,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

[0036] 实施例 17

将 19 份纤维二糖加入到 50 份二甲基亚砷 (DMSO),在搅拌下升温至 30℃并溶解 4 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 1 份相对数均分子质量为 3 万的聚 L- 乳酸 (PLLA),并升温至 90℃,继续搅拌至 PLLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液逐滴滴加到甲醇溶剂中,得到絮状物,抽滤分离沉淀。将得到的沉淀物挤出成型,挤出物在 60℃真空干燥 10 小时,得到聚乳酸 / 纤维二糖共混物材料。

[0025] 实施例 18 :

将 10 份纤维二糖加入到 50 份二甲基亚砷 (DMSO) 中,在搅拌下升温至 80℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 10 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA)、10 份相对数均分子质量为 15 万的聚 D- 乳酸 (PDLA),并升温至 100℃,继续搅拌至 PLLA、PDLA、纤维二糖完全溶解,得到共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜,在常温常压下蒸发至凝胶状,所得的共混膜在 50℃真空干燥 24 小时,得到纤维二糖 / 聚乳酸共混物材料。

[0026] 实施例 19 :

将 10 份纤维二糖加入到 20 份二甲基亚砷 (DMSO) 和 30 份的 N,N- 二甲基乙酰胺 (DMAc) 的混合溶剂中,在搅拌下升温至 80℃并溶解 1 小时至纤维二糖完全溶解,再加入 10 份相对数均分子质量为 10 万的聚 L- 乳酸 (PLLA)、1 份相对数均分子质量为 10 万的聚 D, L- 乳酸

(PDLLA), 并升温至 100℃, 继续搅拌至 PLLA、PDLA、纤维二糖完全溶解, 得到共混液。将该共混液在恒温热玻璃板上涂刮成膜, 在常温常压下蒸发至凝胶状, 所得的共混膜在 50℃真空干燥 24 小时, 得到纤维二糖 / 聚乳酸共混物材料。