

潘浪,单杨,梁曾恩妮,等.柑橘皮渣基可完全降解育苗钵的性能测试[J].江苏农业科学,2018,46(11):260-263.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.064

柑橘皮渣基可完全降解育苗钵的性能测试

潘浪¹,单杨^{1,2},梁曾恩妮²,付复华²

(1. 湖南大学隆平分院,湖南长沙 410125; 2. 湖南省农业科学院农产品加工研究所,湖南长沙 410125)

摘要:将提取果胶后的柑橘皮渣与聚乳酸混合,以干法热压成型工艺制得可完全降解的育苗钵,并研究含 70%~90% 柑橘皮渣的育苗钵性能。试验发现,柑橘皮渣含量增大,育苗钵耐水性能和抗跌落性能减弱,密度和吸水率升高,保水性能变化较小;柑橘皮渣含量 $\leq 80\%$ 时,育苗钵在水中浸泡 132 h 依然保持完整,从 1.2 m 高处重复跌落 20 次不破碎。综合考虑育苗钵性能和成本,以 80% 柑橘皮渣和 20% 聚乳酸制备育苗钵较为合适。研究结果为利用废弃柑橘皮渣提供了一种新途径,也新增一种可完全降解育苗钵。

关键词:柑橘皮渣;完全降解;育苗钵;聚乳酸;吸水率

中图分类号: X712 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)11-0260-03

当前制备育苗钵的主要原料是石油基材料(聚乙烯、聚丙烯等)和生物基材料,石油基育苗钵不仅难降解、易产生“白色污染”,且移栽时需将苗、钵分离,可能伤根伤苗,降低幼苗成活率^[1]。生物基育苗钵材料来源广泛,环境危害小,是未来育苗钵发展的主要方向。然而现有的生物基育苗钵主要由农作物秸秆和纸浆制得,前期处理复杂,成本较高^[2-3]。寻求制备工艺简单、质好价廉的生物基育苗钵已经成为当前研究的热点。

我国是柑橘产量大国,2015 年我国柑橘种植面积 $2.51 \times 10^6 \text{ hm}^2$,柑橘产量 $3.66 \times 10^7 \text{ t}$,每年柑橘加工至少产生 10^6 t 皮渣。这些皮渣主要以简单卫生填埋处理,既污染环境又占用大量土地^[4-5]。如何有效处理柑橘皮渣,成为当前亟须解决的问题。目前,柑橘皮渣(citrus dregs,简称 CD)的研究主要集中在有效成分提取和生物转化利用方面^[6],或以 CD 制取发泡材料^[7-9],但是对提取有效成分后剩余 CD 的利用鲜有研究。开发提取有效成分后剩余 CD 的高值利用方法,不仅减少 CD 浪费,而且能够降低其对环境危害,具有现实意义。

聚乳酸(polylactic acid,简称 PLA)是由植物资源(如甜菜、木薯)提取出的淀粉原料经一系列化学反应制得,具有良好的生物降解性能和加工性能,是目前最受欢迎的生物降解材料^[10]。本研究以提取果胶后的 CD 和 PLA 制备育苗钵,不仅节约处理 CD 产生的费用,而且利用 CD 制备了一种绿色环保的育苗钵。实际应用中,育苗钵必须具有一定强度,以满足运输和移栽的要求;同时育苗钵要具备一定的耐水能力,以保证育苗期间不会崩解;育苗钵的密度则影响幼苗根系破壁难易程度;此外,育苗钵的吸水性和保水性也将影响幼苗的生长。故抗跌落性、密度、耐水性、吸水性以及保水性在育苗钵

的实际应用中具有至关重要的作用,本试验分别制备不同比例的 CD/PLA 育苗钵,并对上述性能进行检测,以期 CD/PLA 育苗钵的应用提供理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 试验材料 提取果胶后的柑橘皮渣(块状)由安德利果胶股份有限公司提供。柑橘皮渣粉碎后过 40 目筛^[11],含水率 10% 左右^[12]。聚乳酸(100 目)由光华伟业实业有限公司提供。热压成型前将柑橘皮渣和聚乳酸充分混合。

1.1.2 主要仪器和设备 育苗钵热压成型机购自福建保创机械实业有限公司,万能高速粉碎机购自浙江红景天工贸有限公司,电热恒温鼓风干燥箱购自上海精宏实验设备有限公司,恒温水浴锅购自湖南赫瑞特科学仪器有限公司,电子天平购自凯丰集团有限公司。

本试验于 2017 年 7—9 月在湖南省农产品加工研究所实验室完成。

1.2 试验方法

1.2.1 CD/PLA 育苗钵的制备 将 CD 在干燥箱中干燥 4 h,干燥温度为 80 ℃,PLA 在同样温度下干燥 4 h。准确称取 CD 和 PLA 的混合物 25 g,CD 含量(质量分数)分别设置为 70%、75%、80%、85%、90%,成型前将 CD 与 PLA 充分混匀。将育苗钵热压成型机参数设置为上模温度 125 ℃、下模温度 140 ℃(上模温度比下模温度低 15 ℃有利于育苗钵成型后脱模),初型时间 10 s,成型时间 50 s,成型压力 1 MPa,该条件下制备的育苗钵外形完整,脱模容易。将 25 g 混料加入模具,在温度和压力作用下成型为育苗钵,育苗钵钵口外径为 50 mm,钵底外径为 30 mm,高为 30 mm,壁厚为 2 mm。育苗钵放置 24 h 后进行性能测试。成型工艺流程如图 1 所示。

1.2.2 耐水性能 育苗过程中须对幼苗浇水,故育苗钵要具备一定耐水性。室内温度为 $(25 \pm 2) \text{ }^{\circ}\text{C}$,将 5 种不同 CD 含量的 CD/PLA 育苗钵浸没于水中,观察其是否发生掉渣和开裂现象。

1.2.3 抗跌落性能 抗跌落性能主要反映育苗钵经受跌落作用时的抗破损能力,与育苗钵搬运要求密切相关。试验所

收稿日期:2017-10-10

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303076);湖南省农业科技创新资金项目(编号:2017LM0304)。

作者简介:潘浪(1992—),男,贵州遵义人,硕士研究生,主要从事农业废弃物资源化利用研究。E-mail:panlang1992@sina.cn。

通信作者:单杨,研究员,博士生导师,主要从事食品生物技术、农产品深加工研究。E-mail:sy6302@sohu.com。

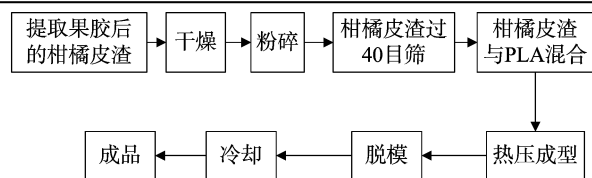


图1 CD/PLA 可完全降解育苗钵制备工艺流程

用育苗钵无明显损伤。将同一个育苗钵从 1.2 m 高处钵底朝下自由下落, 跌落表面为混凝土制成的平滑、坚硬的刚性表面, 跌落区内地面清洁, 重复此过程, 直至钵体破损。记录其经历的跌落次数, 跌落次数越多, 抗跌落性能越好。

1.2.4 密度 密度是衡量育苗钵性能的重要指标之一, 与幼苗根系穿破育苗钵难易有关。从育苗钵钵壁上截取 20 mm × 10 mm 的试样条, 测量试样条的长、宽、高, 计算体积 V , 称量质量 m , 密度 ρ 按公式(1)计算。

$$\rho = m/V. \quad (1)$$

1.2.5 吸水性能 分别研究 5 种 CD/PLA 育苗钵在 25、50 ℃ 水中的吸水率。育苗钵浸水前质量为 m_0 , 每隔一定时间称量育苗钵吸水后的质量为 m_n , 吸水率 W 按公式(2)计算, 精确至 0.01%。

$$W = (m_n - m_0)/m_0 \times 100\%. \quad (2)$$

1.2.6 保水性能 育苗钵分别进行室内、室外保水试验, 室

内温度保持为 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$, 室外最高温度 35 ℃, 以失水率为指标。将干燥恒质量的营养土装入育苗钵, 此时钵与土的质量为 m_1 , 加水充分湿润营养土, 此时钵、营养土和水的质量为 m_2 , 然后将其分别放在室内和室外, 每隔一定时间称得质量为 m_x , 则经过不同时间, 育苗钵失水率 S 以公式(3)计算, 精确到 0.01%。

$$S = (m_2 - m_x)/(m_2 - m_1) \times 100\%. \quad (3)$$

1.3 数据处理

每个配方均独立重复 3 次, 以其平均值作为测定结果。采用 Excel 2007 和 Origin 8.0 对数据进行处理和图表制作。

2 结果与分析

2.1 育苗钵耐水性

由表 1 可知, 当 CD 含量大于 85% 时, CD/PLA 育苗钵在水中易破裂; CD 含量为 90% 的育苗钵浸水 0.5 h 后表面有掉渣现象。132 h 后, CD 含量 $\leq 80\%$ 的 CD/PLA 育苗钵外观完整, 耐水性较好。CD/PLA 育苗钵耐水性能随 CD 含量增加而减弱, 因为 CD 比重很大时, 育苗钵内部主要以 CD 相互黏合, 作用力较小。浸水后, CD 中亲水性的纤维素、半纤维素吸水膨胀, 导致 CD 之间相互分离, 产生裂缝, 而育苗钵外部的 CD 从钵体上脱离。

表 1 育苗钵浸水变化情况

CD 含量	浸水 0.5 h	浸水 1 h	浸水 2 h	浸水 12 h	浸水 36 h	浸水 60 h	浸水 84 h	浸水 108 h	浸水 132 h
70%	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整
75%	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整
80%	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整	完整
85%	完整	完整	完整	完整	有裂缝	—	—	—	—
90%	完整	完整	有裂缝	—	—	—	—	—	—

2.2 育苗钵抗跌落性能

由图 2 可知, 5 种配方 CD/PLA 育苗钵均可承受从 1.2 m 高处重复跌落 10 次。随 CD 含量增大, 使育苗钵破损所需重复跌落次数减少, 育苗钵抗跌落性能减弱。这可能是由于当育苗钵中 CD 含量增大时, PLA 在 CD 之间分布减少, 热压时主要是 CD 受压后向四周延展, 与相邻粒子相互啮合成型^[13], 故强度较低; 而 PLA 具有较高的机械强度, 当 CD 含量降低时, CD 周围分布的 PLA 增多, 增加了 PLA 和 CD 的接触面积, PLA 大分子链段和 CD 在高温下充分相互作用, 柔软的 PLA 分子能嵌入到柑橘皮渣的孔隙中, 同时 PLA 分子之间相互黏结, 从而有效提高了育苗钵的强度^[14]。

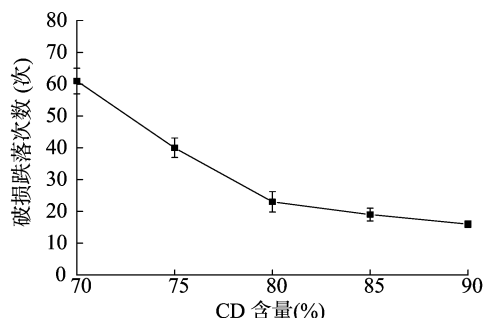


图2 CD 含量与育苗钵破损时跌落次数的关系

2.3 CD/PLA 育苗钵密度

由图 3 可知, 育苗钵的密度随 CD 含量增大而增大。CD

含量为 70% 的 CD/PLA 育苗钵密度为 1.13 g/cm³; CD 含量为 90% 的育苗钵密度为 1.38 g/cm³, 这可能是由于 PLA 具有非极性和疏水性, 而 CD 具有极性和吸水性, 两者性质不同导致的。当 PLA 加入到 CD 后, 两相并没有发生化学反应, 没有任何交联的现象, 因此会加大 CD 和 PLA 之间的孔隙, 当 PLA 含量增多时, 影响更为明显^[14]。

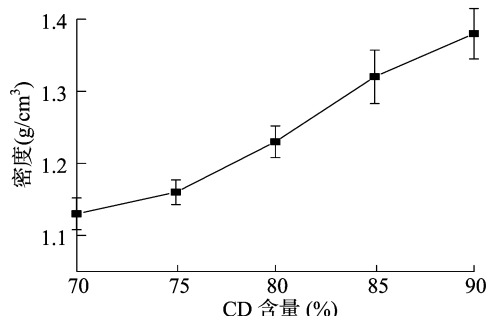


图3 育苗钵的密度随 CD 含量增大的变化趋势

2.4 CD/PLA 育苗钵吸水性能

由图 4 可知, 在 25 ℃ 水中, 不同配方的 CD/PLA 育苗钵吸水率变化趋势基本一致, 前 0.5 h 育苗钵吸水速率最快, 4 h 后吸水速率放缓。CD 含量为 90% 的育苗钵耐水性较差, 其 1 h 吸水率为 49.7%, 在水中浸泡 2 h 后钵壁出现开裂现象。浸泡 10 h 后, CD 含量为 70%、75%、80%、85% 的 CD/PLA 育苗钵吸水率分别为 43.78%、54.83%、71.2%、104.16%。CD

含量为 85% 的育苗钵吸水率是 CD 含量为 70% 育苗钵的 240%。

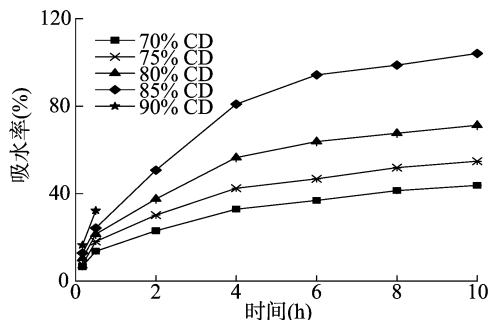


图4 25 °C 水中不同配方的 CD/PLA 育苗钵吸水率变化趋势

由图 5 可知,在 50 °C 水中,育苗钵在前 0.5 h 吸水速率最快,2 h 后吸水速率放缓。0.5 h 后,CD 含量为 90% 的育苗钵在 50 °C 水中已经失去强度,其 0.5 h 吸水率为 233%;浸泡 10 h 后,CD 含量为 70%、75%、80% 和 85% 的育苗钵吸水率分别为 172.59%、205.89%、262.93%、315.36%,CD 含量为 85% 的育苗钵吸水率是 CD 含量为 70% 育苗钵的 182.72%。

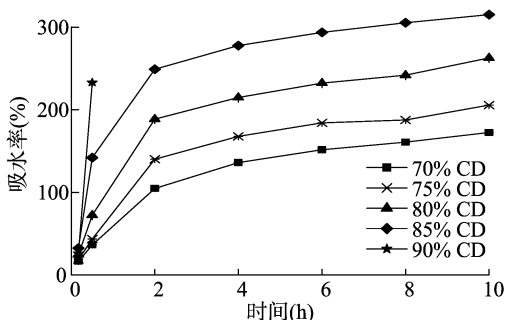


图5 50 °C 水中不同配方的 CD/PLA 育苗钵吸水率变化趋势

综上所述,在 25、50 °C 水中浸泡时,CD 含量越高,则 CD/PLA 育苗钵吸水速率越快,吸水率越高。这是由于柑橘皮渣中含有 50%~60% 的纤维素和半纤维素吸水导致的^[15],因为纤维素和半纤维素含有大量亲水性羟基,吸水性较强。

与 25 °C 水中育苗钵吸水情况相比,50 °C 时育苗钵吸水速率和吸水率更大。可见温度越高,育苗钵吸水速率越快,吸水率越大,这可能是温度影响毛细作用,即温度越高,毛细作用越明显^[16]。而且温度升高,CD/PLA 育苗钵开始水解,裸露的纤维增多,PLA 的大分子骨架结构断裂成小分子链段,导致 PLA 难以覆盖 CD,渗入 CD 和 PLA 界面的水增多^[17]。

2.5 保水性

由图 6 可知,5 种 CD/PLA 育苗钵的室内失水速率相差较小。27 h 后,5 种育苗钵失水率约为 30%。由图 7 可知,5 种育苗钵室外失水率变化趋势一致,前 10 h 失水速率比较快,然后失水速率降低,基本不变,21 h 后失水速率又加快。室外失水率最大的是 CD 含量为 70% 的 CD/PLA 育苗钵,可能是因为其 CD 含量少,所以保水性能差。

27 h 后,室内失水率大于室外失水率,是因为前 10 h 为 12:00—22:00,室外温度高于室内,所以育苗钵室外失水率大于室内。晚上,室外温度低,育苗钵失水率基本不变,而室内仍保持相同速率失水。通过保水试验表明,CD/PLA 可完全降解育苗钵与秸秆制备的育苗钵保水性能^[18]基本相同。

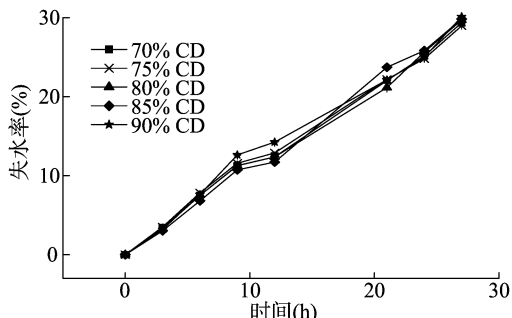


图6 不同配方 CD/PLA 育苗钵室内失水率变化趋势

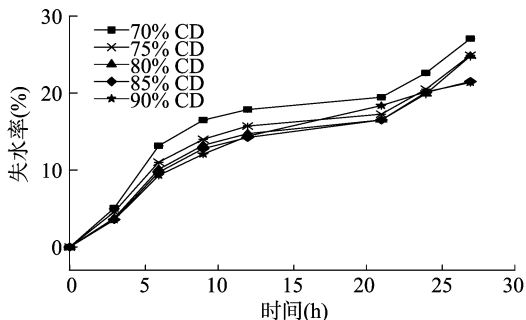


图7 不同配方 CD/PLA 育苗钵室外失水率变化趋势

3 结论与讨论

本试验以提取果胶后的 CD 和 PLA 制备了一种可完全降解的育苗钵,5 种配方 CD/PLA 育苗钵均可承受 1.2 m 高处重复跌落 10 次,满足使用强度要求;当 CD/PLA 育苗钵中 CD 含量大于 85% 时,育苗钵耐水性较差,容易吸水破裂;5 种 CD/PLA 育苗钵在 25 °C 水中浸泡 10 h 的吸水率为 43%~104%,随 CD 质量分数增大而增大;室内失水率差异不明显,室外失水率随 CD 质量分数减小而增大。综合考虑 CD/PLA 育苗钵的性能和成本,以 80% CD 和 20% PLA 制备的育苗钵较为合适,可在常温下浸泡 132 h 保持结构完整,从 1.2 m 高处重复跌落 20 次不破损,在 25 °C 水中吸水率为 71.29%,大于低聚木糖生产废渣基可降解育苗钵和玉米芯基育苗钵^[3]。

以 CD/PLA 热压成型制备育苗钵,原料无需改性,且成型工艺简单,提高了 CD 的综合利用水平。此外,CD/PLA 育苗钵能完全降解,移栽时可钵、苗一体移栽,不但提高工作效率,而且 CD 降解后可提高土壤肥力。然而 PLA 价格较高,导致 CD/PLA 育苗钵成本增加,不利于推广。后续将围绕降低 CD/PLA 育苗钵生产成本、育苗效果以及降解性能进行研究,以期 CD/PLA 可完全降解育苗钵能代替或部分代替塑料育苗钵,缓解由塑料育苗钵和柑橘皮渣填埋造成的环境污染。

参考文献:

- [1] Nechita P, Dobrin E, Ciolacu F, et al. The biodegradability and mechanical strength of nutritive pots for vegetable planting based on lignocellulose composite materials [J]. Bioresources, 2010, 5 (2): 1102—1113.
- [2] 白晓虎,李 芳,张祖立,等. 农作物秸秆挤压成型育苗容器的研究进展[J]. 农机化研究,2007(5): 225—227.
- [3] 李道义,王晓燕,景全荣,等. 低聚木糖生产废渣基可降解育苗钵研究[J]. 农业机械学报,2014,45(增刊1): 207—212.

刘郁林,刘用刚,林世滔,等. 鄱阳湖湿地蚌湖浅层土壤氮素含量的梯度特征[J]. 江苏农业科学,2018,46(11):263-267.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.11.065

鄱阳湖湿地蚌湖浅层土壤氮素含量的梯度特征

刘郁林¹, 刘用刚², 林世滔¹, 谢冬明³

(1. 江西环境工程职业学院,江西赣州 341000; 2. 江西省吉安市山江湖开发治理委员会办公室,江西南昌 330046;

3. 江西科技师范大学,江西南昌 330038)

摘要:以鄱阳湖湿地蚌湖为研究区域,根据湿地海拔高程梯度(10~17 m)采取浅层土壤(0~20 cm)样品,分析土壤全氮含量、铵态氮含量、硝态氮含量、碱解氮含量的空间梯度特征。结果表明,鄱阳湖湿地蚌湖浅层土壤氮素含量空间梯度特征明显,上层(0~10 cm)、下层(10~20 cm)土壤的氮素含量呈相似的梯度特征,且上层土壤中氮含量较高。土壤中全氮含量、硝态氮含量、碱解氮含量最高值均出现在 14.5 m 高程,铵态氮含量最高值出现在 10.5 m 高程。Person 相关性检验结果表明,上层土壤中全氮含量、铵态氮含量、硝态氮含量、碱解氮含量与高程、淹水天数平均值均不存在显著相关关系,铵态氮含量在 0.01 水平上与地上生物量存在显著负相关关系。下层土壤中铵态氮含量与高程、淹水天数最小值、地上生物量均在 0.01 水平上存在显著相关关系,与淹水天数最大值和淹水天数平均值均在 0.05 水平上存在显著正相关关系;全氮含量、硝态氮含量、碱解氮含量与高程、淹水天数、地上生物量不存在显著相关关系。相关性检验结果表明,浅层土壤氮素含量的空间梯度与现有环境因素(高程、淹水天数、地上生物量)具有一定的相关性,但相关性并不显著,这反映了鄱阳湖蚌湖浅层土壤氮素含量的空间梯度特征是环境因素综合作用的结果。

关键词:鄱阳湖;蚌湖;土壤氮素;梯度特征;湖泊湿地

中图分类号:S153.6⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)11-0263-05

湿地土壤是湿地生态系统的一个重要组成部分,具有维持生物多样性,分配和调节地表水分,过滤、缓冲、分解、固定、

收稿日期:2017-11-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360120、41561105、71473113);江西省科技支撑计划(编号:20151BBG70014);江西省教育厅科技项目(编号:GJJ161371、GJJ150794);江西科技师范大学青年拔尖人才项目(编号:2015QNBRC008);江西科技师范大学科研创新团队项目(编号:2016CXTD002)。

作者简介:刘郁林(1978—),男,江西赣州人,硕士,副教授,主要从事生态学和森林培育研究。E-mail:liuyulin971@163.com。

通信作者:谢冬明,博士,副教授,主要从事土地资源环境研究。Tel:(0791)83831372;E-mail:xdm0791@126.com。

降解有机物和无机物以及维持历史文化遗迹等功能。它是湿地获取化学物质的最初场所,也是湿地发生化学变化的中介^[1]。与陆地土壤和水成土壤相比,湿地土壤具有其特殊性,在湿地特殊的水文条件和植被条件下,湿地土壤有着自身独特的形成和发育过程,表现出不同于一般陆地土壤的特殊理化性质和生态功能^[2]。湿地土壤氮素作为湿地营养水平重要的指示剂,是湿地土壤中的主要限制性养分,也是引发江河、湖泊等永久性淹水湿地发生富营养化的重要因子之一^[3-4]。湿地土壤是氮的重要储库,发挥着源、汇、转化器的重要功能,氮素在湿地土壤中的含量及其迁移转化过程显著影响着湿地生态系统的结构和功能以及湿地生产力^[5-7]。

鄱阳湖是一个过水性、吞吐型的浅水湖泊,也是我国最大

[4]李世忠,李勇,黄建国,等. 柑橘皮渣资源化利用研究进展[J]. 中国农学通报,2014,30(7):38-41.

[5]Tripodo M M, Lanuzza F, Micali G, et al. Citrus waste recovery: a new environmentally friendly procedure to obtain animal feed [J]. Bioresource Technology, 2004, 91(2):111-115.

[6]付复华,李忠海,单杨,等. 柑橘皮渣综合利用技术研究进展[J]. 食品与机械, 2009, 25(5):178-184.

[7]赵东方,赵春霞,应丽莎,等. 柑橘皮渣/淀粉基可降解复合缓冲材料的制备及性能表征[J]. 包装工程, 2012(21):1-5.

[8]李婧,赵东方,魏丹,等. 柑橘皮渣/淀粉基复合发泡材料加工工艺优化[J]. 包装工程, 2015, 36(3):36-53.

[9]魏丹,赵东方,张敏. 柑橘皮渣淀粉基复合发泡材料的纳米改性研究[J]. 包装工程, 2015, 36(5):31-36.

[10]Rodriguez N G, Thielemans W, Dufresne A. Sisal cellulose whiskers reinforced polyvinyl acetate nanocomposites[J]. Cellulose, 2006, 13(3):261-270.

[11]张志军,王慧杰,李会珍,等. 秸秆育苗钵质量和性能影响因素及成本分析[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10):83-87.

[12]刘天舒,李树君,景全荣. 植物纤维餐具干法热压成型工艺响应面法优化[J]. 农业机械学报, 2012, 43(9):116-119, 84.

[13]郭康权,赵东,养养社,等. 植物材料压缩成型时粒子的变形及结合形式[J]. 农业工程学报, 1995, 11(1):138-143.

[14]申晓燕,朱琦,田景阳,等. 植物纤维与聚乳酸制备生物物质复合材料的研究[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2012, 37(3):555-560.

[15]邵建明,臧玉红. 柑橘皮渣有效成分的研究进展[J]. 承德石油高等专科学校学报, 2011, 13(2):28-34, 41.

[16]蒋希芝,赵永富,曲萍. 生物基可降解营养钵水分变化规律[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(7):281-283.

[17]包玉衡,李卫红,朱宇杰,等. 聚乳酸/中药渣复合材料水热老化性能研究[J]. 塑料科技, 2017, 45(5):64-68.

[18]王慧杰,冯瑞云,杨淑巧,等. 秸秆育苗钵产品特性分析[J]. 山西农业科学, 2015, 43(12):1668-1671, 1678.