

骨胶及黄原胶的含量变化对一次性植物秸秆降解餐具力学性能的影响

刘嘉亮*, 吕昭玮, 霍丽斯

(广东产品质量监督检验研究院, 顺德 528300)

摘要: 目的 针对骨胶和黄原胶含量变化时植物秸秆降解餐具力学性能的变化, 分析和探讨骨胶和黄原胶对可降解植物纤维餐具的影响。**方法** 将稻草秸秆粉碎后作为主要原料, 同时加入淀粉、骨胶、黄原胶, 并与稻草秸秆粉混合, 再加入一定量滑石粉和去离子水热压成型制得植物秸秆可降解餐具。分别改变骨胶(3.5%~7.5%)和黄原胶(6.5%~14.5%)的添加量并制成 100 mm×100 mm 的试样, 设置镖锤试验仪以 0.5 mm/min 的速度加载, 记录板材破裂时的力学数据。**结果** 在 8 g 黄原胶、10 g 滑石粉、15 g 水、1.5 g 硬脂酸的基础上, 添加 5.5% 的骨胶力学性能最优, 力学强度为 43.6 N; 而 3.5 g 骨胶、10 g 滑石粉、15 g 水、1.5 g 硬脂酸的基础上添加 12.5% 的黄原胶力学性能最好, 力学强度达到 44.6 N。**结论** 添加一定量的骨胶和黄原胶可以提高植物秸秆降解餐具的力学性能, 但只有在合理添加骨胶和黄原胶时才可以有效的增加一次性可降解植物纤维餐具的力学强度。

关键词: 骨胶; 黄原胶; 可降解; 餐具; 植物纤维

Effect of content changes of bone glue and xanthan gum on mechanical properties of disposable vegetable fiber degradable tableware

LIU Jia-Liang*, LV Zhao-Wei, HUO Li-Si

(Guangdong Testing Institute of Product Quality Supervision, Shunde 528300, China)

ABSTRACT: Objective To analyze and discuss the effects of bone glue and xanthan gum on the degradable vegetable fiber tableware, according to the change of mechanical properties of vegetable fiber degradable tableware with the content change of bone glue and xanthan gum. **Methods** Straw was crushed as the main raw material, starch, bone glue and xanthan gum were added at the same time, and then mixed with rice straw powder, then a certain amount of talcum powder and deionized water were added to form biodegradable tableware. After changing the amount of bone glue (3.5%-7.5%) and xanthan gum (6.5%-14.5%) respectively, the specimens of 100 mm×100 mm were made, and the dart hammer tester was set up to load at the speed of 0.5 mm/min, and the mechanical data of the plate during fracture were recorded. **Results** On the basis of 8 g xanthan gum, 10 g talc powder, 15 g water and 1.5 g stearic acid, the mechanical properties of bone glue with 5.5% were the best, and the mechanical strength was 43.6 N; while the mechanical properties of xanthan gum added 12.5% on the basis of 3.5 g bone glue, 10 g talc powder, 15 g water and 1.5 g stearic acid was the best, and the mechanical strength reached 44.6 N. **Conclusion** Adding a certain amount of bone glue and xanthan gum can improve the mechanical properties of

*通讯作者: 刘嘉亮, 中级工程师, 主要研究方向为食品与食品包装材料。E-mail: ollss@163.com

*Corresponding author: LIU Jia-Liang, Intermediate Engineer, Guangdong Product Quality Supervision and Inspection Institute, Shunde 528300, China. E-mail: ollss@163.com

degradable vegetable fiber tableware, but only when bone glue and xanthan gum are reasonably added, the mechanical strength of disposable degradable vegetable fiber tableware can be effectively increased.

KEY WORDS: bone glue; xanthan gum; degradable; tableware; plant fiber

1 引言

随着外卖和快餐行业的不断发展,对于一次性餐具的需求也在日益增多,这随之带来的就是日益严重的“白色污染”。一次性发泡餐具不仅对于食用者的身体健康造成影响,同时还会造成恶劣的环境问题。可降解塑料餐具,是指在塑料生产过程中加入添加剂,利用化学法或者生物法合成可降解的高分子聚合物制造而成的餐具^[1-3]。其中植物纤维餐具^[4,5],则是主要用麦秸^[6]、稻麦壳稻草^[7]等植物纤维为原材料,经过粉碎并加入胶粘剂和其他种类的添加剂,充分混合后经过热压成型而成。我国是一个农业大国,植物秸秆资源丰富,但大部分都作为产热材料使用掉;每年各种水果加工后的果渣也具有上千万吨。植物纤维类缓冲包装材料能够有效的解决这部分过剩材料问题。所以用植物纤维做成的一次性餐具具有降解能力强、成本低,而且餐具经粉碎处理后又可用作饲料^[8-10]。鉴于以上特点,一次性植物纤维材料具有广阔的使用前景。

骨胶和黄原胶是植物秸秆降解餐具常用的原料,其中骨胶是一种从动物骨络中提取,可生物降解的动物蛋白胶黏剂。其特点是:黏结性能好,强度高,水分少,干燥快,黏结定型好,且价格低廉、使用方便。黄原胶是一种生物自然多糖和重要的生物高聚物,它具有流变性,良好的水溶性、对热及酸碱的稳定性、与多种盐类有很好的相容性等特点,在可降解餐具中可作增稠剂使用。李捷等^[11]以玉米秸秆髓芯为原料,骨胶为黏结剂,热压制作的瓦楞芯纸具有一定的耐破强度和柔韧性。石晶玉等^[12]直接以骨胶作为胶黏剂,用于黏接木材、金属等材料,取得了可观的效果。目前对于可降解餐具的研究大多是把骨胶和黄原胶作为原料通过改变工艺方法来提高餐具的性能,但对于骨胶和黄原胶含量变化时对餐具力学性能的影响研究较少,因此本研究以秸秆为主材料,以骨胶、黄原胶、滑石粉和水为粘合剂。在相同工艺下通过添加不同含量的骨胶和黄原胶制成植物降解秸秆餐具,并进行力学性能分析,来观察骨胶和黄原胶含量不同时对餐具的影响,以期对食品安全提供一定保障。

2 材料与方法

2.1 试验材料

稻谷秸秆,采自当地水稻种植园。

黄原胶、滑石粉、骨胶(AR, 国药集团化学试剂有限

公司);去离子水(实验室自制)。

2.2 仪器设备

FZ102 纤维素粉碎机(天津市泰斯仪器有限公司);高速混料机(南京沃玛电机有限公司);10T 液压成型机(闽东三友电机有限公司);ML204 电子天平[梅特勒·托利多仪器(上海)有限公司];DHG-9245A 电热恒温鼓风干燥箱(上海跃进医疗器械厂);标准检验筛(浙江上虞市道墟张兴纱筛厂)。自制的落镖实验仪。

2.3 工艺流程

本次制备生产工艺流程中的最关键的步骤在于前期的粉碎、配料以及混合这 3 个阶段。粉碎原料的制备是为后期的混合配料所做准备的,因此做好前期的准备工作是非常重要的。本次的制备生产工艺生产流程如下图 1 所示,共经历八道工序^[13]。

原料→粉碎→配料→混合→装模→压制→脱模→后处理→检验

图 1 植物秸秆降解餐具生产工艺流程

Fig.1 Production process of vegetable fiber degradable tableware

2.4 可降解植物纤维餐具制备

2.4.1 混合原料制备

(1)将 500 g 稻草秸秆粉碎后过筛(80 目)备用。(2)称取淀粉 8 g、骨胶(3.5%~7.5%)、黄原胶(6.5%~14.5%),并与稻草秸秆粉混合均匀。(3)称取 10 g 滑石粉,加入 15 mL 的去离子水,90 °C 水浴下加热 15 min,期间不断搅拌,直至完全溶解。(4)将“(2)”中的混合粉末与溶解的滑石粉混合均匀,再加入适量的去离子水保证所有原料全部润湿,放入恒温水浴锅中 90 °C 加热 30 min,不断搅拌以保证原料受热均匀,并使料浆均匀细腻。

2.4.2 挤压成型

(1)将上述料浆稍冷却后进行挤压塑型,放入干燥箱中干燥 2 h,恒温 100 °C。(2)将产品取出冷却至室温,在表面涂布食品级清漆,再放入干燥箱中干燥 30 min,恒温 85 °C,即制得成品。

2.4.3 强度测试及评价方法

将植物纤维板材制成 100 mm×100 mm 的试样,以 0.5 mm/min 的速度加载镖锤,记录试样破裂时的力学数值^[14,15]。通过记录下材料破损时的数据,对比不同含量下骨胶和黄原胶对一次性可降解餐具强度的变化。

3 结果与分析

3.1 骨胶添加量不同时对餐具力学性能的影响

本研究选用天然的可降解食用级骨胶,研究骨胶含量对餐具性能参数的影响。实验原料在 30 g 80~100 目稻草秸秆粉、8 g 黄原胶、10 g 滑石粉、15 g 水、1.5 g 硬脂酸的基础上添加不同质量的骨胶,最终通过比较压制成型后餐具性能参数来探究骨胶含量对餐具性能的影响。具体的试验研究结果如图 1 所示。

从图 1 中可以看出,一次性餐具的强度随着骨胶含量的变化而不断变化,呈现一种先上升后降低的趋势,并且在 5.5% 时达到最高峰。造成这样的原因是当骨胶含量较低时,在 3.5% 时黏结强度较低,这使得餐具的承重性能较差。骨胶结构中含有大量的羟基(-OH)、氨基(-NH₂)等极性基团,故对极性材料(木材、纸张等纤维)具有很强的黏接能力^[16]。植物纤维餐具干法热压过程中的物料变形属于塑性变形,成型过程中物料的变形模式和流动性规律决定成型后餐具的质量和强度^[17]。由于秸秆中的纤维素和半纤维素的结晶度较高,而结晶度越高,纤维素和半纤维素的强度越大,与基体骨胶的相容性越好,所以稻草/骨胶复合材料性能越好^[18]。可当随着骨胶含量的增加,虽然黏结强度不断增强,但是在混合原料的流动性差,在很短的时间内很难达到均匀的流动性,使得局部性能差异过大造成受力不均,从而使得餐具的承重性能下降。从实验结果显示来看,骨胶含量在 5.5% 时承重效果最好,力学强度为 43.6 N。

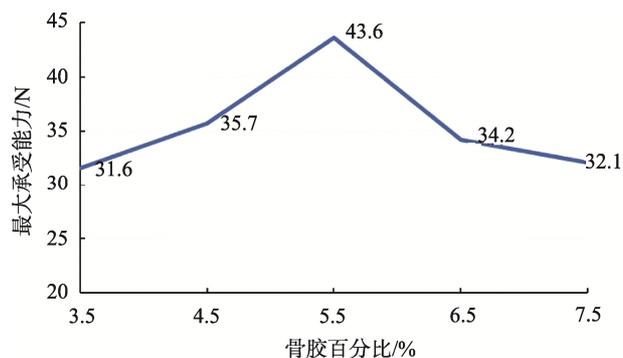


图 1 骨胶含量百分比变化对餐具力学强度的影响 (n=3)

Fig.1 The effect of the percentage change of bone glue content on the mechanical strength of tableware (n=3)

3.2 黄原胶添加量不同时对餐具力学性能的影响

黄原胶有很高的稳定性、耐酸、耐碱、耐盐、抗高温、抗污染能力强。黄原胶溶液在一定的温度范围内反复加热冷冻,其黏度几乎不受影响。由于黄原胶还有悬浮性、假塑性、理化稳定性和食品安全性等^[19,20],使它在食品行业有广泛的应用。

本研究选用天然的可降解食用级黄原胶,研究黄原胶的含量对餐具性能参数的影响。实验原料在 30 g 80~100 目稻草秸秆粉、3.5 g 骨胶、10 g 滑石粉、15 g 水、1.5 g 硬脂酸的基础上添加不同质量的黄原胶,最终通过比较压制成型后餐具性能参数来探究黄原胶含量对餐具性能的影响。具体的实验研究结果如图 2 所示。

实验结果显示,一次性餐具的强度也是呈现先递增后降低的趋势。当黄原胶含量百分比在 6.5% 时,最大承受的力仅为 35.1 N,当黄原胶含量不断提升,上升至 12.5% 的比例时,力学强度提升至 44.6 N,后继续增加,则力学强度不断降低,在 14.5% 的含量配比时,降低至 37.8 N。虽然黄原胶本身具有一定的粘性和很高的稳定性,但是在含量较少时不能发挥他的粘性,并且成型后餐具易变性,这使得稳定性不高,最终造成为力学强度欠缺。黄原胶含量过多会导致物料的流动性太差,在很短的时间内很难达到均匀的流动性,所以导致餐具成型后受力传导不均,容易出现局部受力过大而破裂,从而降低餐具的力学性能。当突破 12.5% 这个临界点时,造成内部的流动性较差,只是餐具成型后内部性能差异明显,受力不均匀,导致力学强度下降。由上图中可以明显看出,黄原胶含量在 12.5% 的比例状态下达到最佳的承重效果。

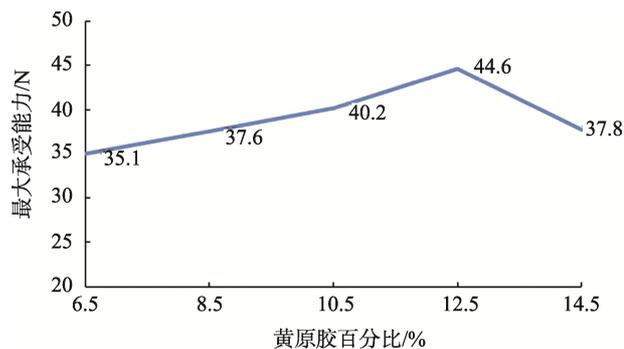


图 2 黄原胶含量百分比变化对餐具力学强度的影响 (n=3)

Fig.2 The effect of the percentage change of xanthan gum content on the mechanical strength of tableware (n=3)

4 结论与讨论

由于秸秆中的纤维素和半纤维素的结晶度较高,与基体骨胶的相容性较好,所以添加不同含量的骨胶对植物秸秆降解餐具的力学性能有一定的影响。而黄原胶在植物秸秆降解餐具中起到增稠和稳定的作用,过高或过低都可能使混合原料的流动性变差。由实验结果可以看出,分别添加骨胶和黄原胶时,一次性餐具的强度均呈现先递增后降低的趋势。当使用 30 g 秸秆粉、8 g 黄原胶、10 g 滑石粉、15 g 水、1.5 g 硬脂酸时,添加 5.5% 的骨胶和 12.5% 的黄原胶餐具的力学性能较添加量和过高添加量时要好。因

此合理添加骨胶和黄原胶可以有效的增加一次性可降解植物纤维餐具的力学强度。

参考文献

- [1] 张虹. 食品包装协会: 发泡餐具耐热差生产质量存隐患[J]. 工程机械, 2015, 2: 1-4.
Zhang H. Food Packaging Association: poor heat resistance of foam tableware, hidden trouble in production quality [J]. Constr Mach Equip, 2015, 2: 1-4.
- [2] 张虹. 一次性发泡餐具规模型企业将呈递增态势[J]. 工程机械, 2015, 7(51): 90-91.
Zhang H. Scale enterprises of disposable foam tableware will increase [J]. Constr Mach Equip, 2015, 7(51): 90-91.
- [3] 米文彪. 一种可生物降解的发泡餐盒: CN105254930A[P]. 2016.
Mi WB. A biodegradable foaming lunch box: CN105254930A [P]. 2016.
- [4] 李宛勃. 石岩涛. 我国一次性餐具研究综述[J]. 合作经济与科技, 2017, (5): 122-123.
Li WQ, Shi YT. A review of the research on disposable tableware in my country [J]. Coop Econ Technol, 2017, (5): 122-123.
- [5] 刘天舒, 李树君. 周树辉. 我国一次性餐具技术发展方向: 植物纤维餐具[J]. 农业机械, 2011, (12): 11-13.
Liu TS, Li SJ, Zhou SH. Technical development direction of disposable tableware in my country: plant fiber tableware [J]. Farm Mach, 2011, (12): 11-13.
- [6] 李慧. 全国一次性纸质餐具质量情况调查报告[J]. 湖南包装, 2012, (3): 3-8.
Li H. National investigation report on the quality of disposable paper tableware [J]. Hunan Packag, 2012, (3): 3-8.
- [7] 吕峰, 李娟. 基于稻壳粉为原料的可降解餐具发展浅析[J]. 中国包装工业, 2015, (20): 1-3.
Lv F, Li J. Analysis of the development of degradable tableware based on rice husk powder as raw material [J]. Chin Packag Ind, 2015, (20): 1-3.
- [8] 赵威. 我国一次性餐具市场现状及建议[J]. 中国包装, 2011, 31(10): 59-61.
Zhao W. The current situation and suggestions of the disposable tableware market in my country [J]. Chin Packag, 2011, 31(10): 59-61.
- [9] 张虹. 绿色观念深入人心塑料包装产业正转型[J]. 工程机械, 2015, 7(51): 82.
Zhang H. The green concept is deeply rooted in the hearts of the people. The plastic packaging industry is undergoing transformation [J]. Constr Mach Equip, 2015, 7(51): 82.
- [10] 郭安福. 生物质全降解一次性餐具制品关键技术研究[D]. 泰安: 山东大学, 2011.
Guo AF. Research on the key technology of biomass degradable disposable tableware products [D]. Taian: Shandong University, 2011.
- [11] 李捷, 郭康权. 玉米秸秆髓芯热压瓦楞芯纸的试验[J]. 农业机械学报, 2005, 36(7): 89-91.
Li J, Guo KQ. Experiment of hot-pressing corrugated paper with corn stalk pulp core [J]. Trans Chin Soc Agric Mach 2005, 36(7): 89-91.
- [12] 石晶玉, 何镇明, 石红玉. 绿色铸造粘结剂——动物蛋白质粘结剂[J]. 汽车工艺与材料, 2000, (4): 22-25.
Shi JY, He ZM, Shi HY. Green casting binder-animal protein binder [J]. Autom Technol Mater, 2000, (4): 22-25.
- [13] 魏开国. 可降解环保餐具及其制备方法: CN, CN103214696A[P]. 2013.
Wei KG. Degradable environmentally friendly tableware and preparation method thereof: CN, CN103214696A [P]. 2013.
- [14] 刘金昱, 李春红. 我国一次性塑料餐具有关技术标准介绍[J]. 商品与质量-学术观察, 2011, (6): 88-89.
Liu JY, Li CH. Introduction to the relevant technical standards for disposable plastic catering in my country [J]. Commod Qual Academic Observ, 2011, (6): 88-89.
- [15] 宋江锋, 王润泽, 王辉, 等. 淀粉可食餐具的制备及其性能测定[J]. 当代化工, 2014, (11): 2246-2248.
Song JF, Wang RZ, Wang H, et al. Preparation and performance measurement of starch edible tableware [J]. Contemp Chem Ind, 2014, (11): 2246-2248.
- [16] Rizvi HR, Khattak MJ, Gallo AA. Rheological and mechanistic characteristics of bone glue modified asphalt binders [J]. Constr Build Mater, 2015, 88: 64-73.
- [17] 刘天舒. 植物纤维餐具干法热压成型工艺优化及成型设备研究[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2009.
Liu TS. Dry hot pressing process optimization and molding equipment research of plant fiber tableware [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2009.
- [18] 张敏, 强琪, 李莉, 等. 不同植物纤维/PBS 复合材料的性能差异比较[J]. 高分子材料科学与工程, 2013, 29(3): 69-73.
Zhang M, Qiang Q, Li L, et al. Comparison of performance differences between different plant fiber/PBS composite materials [J]. Polym Mater Sci Eng, 2013, 29(3): 69-73.
- [19] 侯红江. 改性大豆分离蛋白可降解材料研制及其降解性研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2010.
Hou HJ. Development and degradability of modified soybean protein isolate degradable materials [D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2010.
- [20] 鲁海宁. 生物质全降解餐具模具结构分析及优化[D]. 济南: 山东大学, 2010.
Lu HN. Analysis and optimization of mould structure of bio-degradable tableware [D]. Jinan: Shandong University, 2010.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



刘嘉亮, 中级工程师, 主要研究方向为食品与食品包装材料。

E-mail: o1lss@163.com