

研究与开发

γ 射线辐照对竹材防霉性能的影响

孙丰波¹, 江泽慧¹, 费本华¹, 于子绚¹, 王鹤²

(1. 国际竹藤网络中心, 北京 100102; 2. 核工业北京地质研究院, 北京 100029)

摘要: 利用⁶⁰Co源的 γ 射线对竹材进行辐照处理, 研究辐照前后竹材防霉性能的变化规律, 并分析 γ 射线改善竹材防霉性能的机理。研究结果表明, 随着辐照剂量的增加, 竹材的防霉效果明显提高。

关键词: γ 射线; 辐照剂量; 竹材; 防霉性能

中图分类号: S781.9; S795

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2011)03-0023-03

Effect of γ -Ray Application on Bamboo Mold Resistance

SUN Feng-bo¹, JIANG Ze-hui¹, FEI Ben-hua¹, YU Zi-xuan¹, WANG He²

(1. The International Center for Bamboo and Rattan, Beijing 100102, China;

2. Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China)

Abstract: Moso bamboo samples were investigated for mold inhibition following γ -ray exposure with different intensities ranging from 0 to 100 kGy. The results indicate that bamboo mold inhibition can be improved with increased γ -ray intensity. This new method is expected to become the new treatment to improve performance of bamboo products.

Key words: γ -ray; radiation intensity; bamboo; mold inhibition

竹子可再生性强, 生长周期短, 是当前缓解木材供需矛盾的理想替代资源。然而竹材含有丰富的淀粉、蛋白质等营养物质, 极易发生腐朽和霉变^[1-3], 极大地限制了其应用范围和效果。近年来, 人们通过表面涂饰、热处理以及化学药剂浸注等手段对竹材进行防护处理, 取得了一定成果^[4-6], 但竹材的防霉性能改良仍面临巨大的挑战。

目前, 很多国家和地区采用 γ 射线辐射处理粮食、水果以及蔬菜等, 可达到杀菌、保鲜的目的^[7], 为 γ 射线辐照技术应用于木制品的防腐领域提供了借鉴。基于此, 笔者进行了 γ 射线对竹材辐照处理的试验, 观察不同辐照剂量对处理竹材霉变情况的影响, 分析 γ 射线辐照提高竹材防霉性能的反应机理, 以期竹材的防霉研究开辟新径, 并为 γ 射线辐照技术在生物质材料中的应用提供参考。

收稿日期: 2010-08-30; 修改日期: 2011-03-31

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2008BADA9B03)和(2006BAD19B04)。

作者简介: 孙丰波(1982—), 男, 国际竹藤网络中心助理研究员。

通讯作者: 费本华, 男, 国际竹藤网络中心研究员。

1 材料与方法

1.1 试验材料

毛竹(*Phyllostachys pubescens*), 采自浙江省杭州地区, 竹龄4年, 去除竹青、竹黄后制成精刨竹条, 试样规格为300(L) mm×20(R) mm×5(T) mm, 随机分组。

1.2 辐照处理方法

合肥(国家)林业辐照中心的⁶⁰Co辐照装置如图1所示, 设计装源量 3.7×10^{-4} Bq。辐照吸收剂量选择5种: 10、20、30、50、100 kGy(单位质量物质受辐

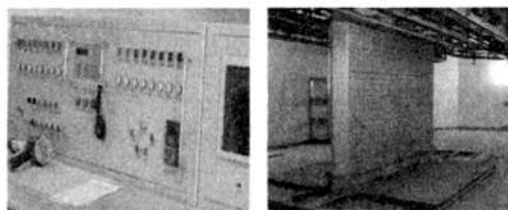


图1 竹材 γ 射线辐照处理装置

Fig. 1 γ -ray treatment apparatus

射后吸收辐射的能),剂量率 4.4 kGy/H。

1.3 性能测试

1) 防霉性能

由于目前国标中没有适合此项研究的防霉性能检测方法,笔者采用如下检测方法。

① 将试样制成规格为 20 mm×20 mm×5 mm 竹块样品,共 6 组,每组 6 个;

② 将样品置于 60℃烘箱加热 3 h,再升温至 105℃,烘至绝干状态,放入干燥器中冷却。

③ 冷却后的样品放置于培养皿中。为了加速霉变,将样品放入温度 20~22℃、湿度约 95%的密闭容器中,70 天后观察样品表面的霉变情况。

2) 吸湿性能

将绝干冷却后的试样进行称质量后,放入底部有蒸馏水的干燥器中进行吸湿处理,测试试样在吸湿过程中的质量变化。并根据以下公式,计算样品的绝对含水率。共 6 组,每组 6 个试样。

$$W = [(m_1 - m_0) / m_0] \times 100\%$$

式中:W—绝对含水率,%; m_0 —全干竹材的质量,g; m_1 —测定时样品的质量,g。

2 结果与分析

2.1 γ 射线辐照处理竹材的防霉性能变化

图 2 为各辐照剂量下,70 d 后试样的霉变情况。

图 2 显示,未辐照竹材霉变很严重,随着 γ 射线辐照处理剂量的增加,竹材的防霉性能逐渐提高。其中辐照剂量仅为 10 kGy 的竹材,霉变较为严重;辐照剂量为 20、30、50 kGy 的竹材发生轻微霉变;剂量达 100 kGy 的竹材未发生霉变。

由于未检测试材防霉性能改善的量化指标,因此,无法证明各辐照剂量下,竹材防霉性能具体改善程度的差异。

2.2 γ 射线辐照提高竹材防霉性能的机理分析

1) 对竹材内微生物的杀灭作用

大量研究表明, γ 射线对细菌、病毒等具有杀灭作用。辐照剂量为 25~50 kGy 时,可杀死除芽孢杆菌以外的所有微生物。辐射剂量为 1~10 kGy 时,可杀灭不产芽孢的病原体 and 减少微生物污染,

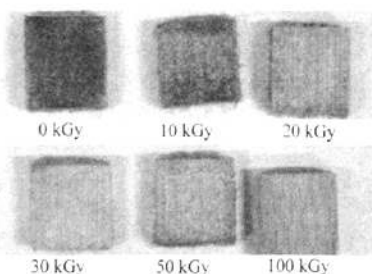


图 2 各辐照处理剂量下竹材外观的霉变状况

Fig. 2 Mold inhibition of bamboo samples with different γ -ray treatments

延长贮藏期^[7]。

分析原因:受高能电子射线照射后,竹材内微生物细胞间质发生电离作用和化学作用,从而导致微生物细胞死亡,在一定时间内延缓了竹材霉变。

2) 对竹材内营养成份的破坏作用

从辐照前后竹材的横切面扫描电镜图(图 3)可以看出,辐照对竹材的微观构造几乎没有影响,但可使竹材细胞内淀粉粒发生团聚和变性,当辐照剂量达到 100 kGy 时,淀粉粒变性最明显。

高剂量辐照引起淀粉自身理化性状改变,多糖链断裂,产生糊精碎片,导致淀粉含量降低,破坏了细菌生长所需的营养,从而提高了竹材的防霉性能^[8-10]。

3) 对竹材吸收水分的阻碍作用

水分是细菌生长所需的重要条件之一, γ 射线处理竹材的含水率与吸湿时间的关系,如图 4 所示。

图 4 显示,随着吸湿时间的延长,试样含水率不断增加,两者呈正相关。根据吸湿曲线的变化,将吸

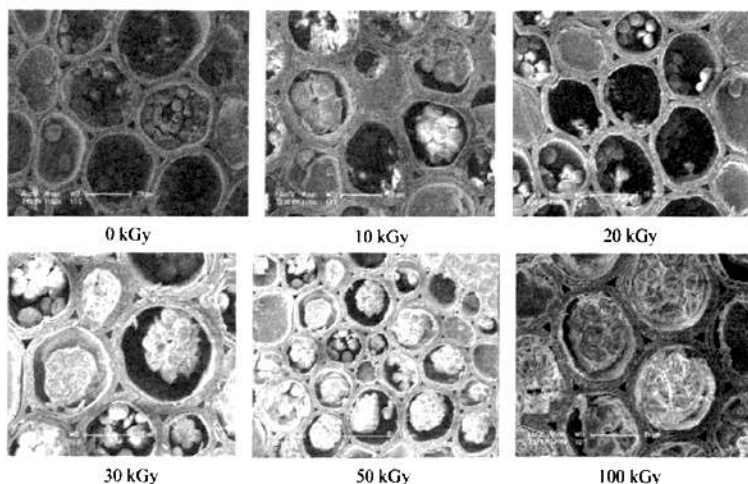


图 3 不同辐照剂量下竹材横切面电镜图

Fig. 3 SEM micrographs of bamboo cross section with different γ -ray treatments

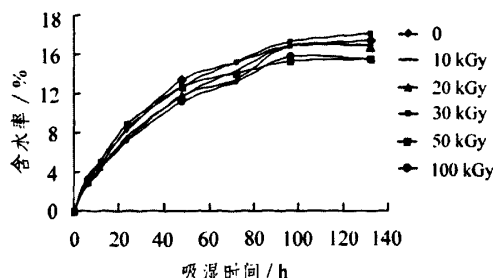


图4 不同辐照剂量下竹材含水率与吸湿时间的关系

Fig. 4 Effect of γ -ray treatment on bamboo hygroscopic property

湿过程分为三个阶段:

1) 前期,时间为0~48 h,竹材快速吸湿,绝对含水率显著上升;

2) 中期,时间在54~96 h,吸湿速度缓和,绝对含水率缓慢上升;

3) 后期,96 h以后,竹材绝对含水率上升迟缓,样品趋于水分平衡状态。

总体来看,当辐照剂量 >50 kGy时,竹材的吸湿性能明显下降。主要由于竹材经 γ 射线辐照以后,其细胞壁中的纤维素、半纤维素等所含大量自由羟基减少,在一定温度和湿度下,自由基借助氢键和分子间的作用力,减少吸附外界的水分子,从而降低了竹材的吸湿性能^[11]。

另外,半纤维素是一种多糖基聚合物,具有多而短的支链, γ 射线辐照使得半纤维素降解产生低聚糖,如戊聚糖,戊聚糖降解生成戊糖,脱水之后生成糠醛;而木素则在 γ 射线的辐照作用下,产生酚类物质,与半纤维素的降解产物糠醛发生缩合反应,从而使竹材的吸湿性降低,使竹材中水分减少,抑制了霉菌的生长。

综上所述, γ 射线辐照剂量为10 kGy时,竹材内微生物细胞间质即受高能电子射线照射而死亡;当辐照剂量在20、30和50 kGy时,竹材内主要化学组分和淀粉等发生了降解反应;当辐照剂量达到100 kGy时,竹材细胞壁的主要成分均发生了降解反应。

当 γ 射线辐照剂量 <50 kGy时,对竹材的力学性能影响不显著,可广泛应用于竹材的防霉性能改良;当辐照剂量达到100 kGy时,竹材细胞壁的主要成分均发生了降解反应,其抗弯强度、抗拉强度等性能受到影响。因此,对于力学性能要求较高的工程结构材料,不宜采用高强度的 γ 射线辐照进行防霉处理^[12]。

3 结论

1) 在一定时限内,经 γ 射线辐照以后,随着辐照剂量的增加,竹材防霉性能明显提高。

2) γ 射线可杀灭竹材中的细菌,破坏其营养成分,并阻止竹材吸湿,是竹制品防霉性能改善的主要原因。

3) γ 射线辐照处理工艺,适用于竹产品防霉预处理,处理过程无污染,对环境友好,并且成本低,所处理样品不受尺寸限制,是一种可行的竹材防霉方法,具有良好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] Walter Liese, Satish Kumar. Bamboo preservation compendium [M]. Cibart, Abs, Inbar, 2003;41-46.
- [2] Müller U, Ratzsch M, Schwanninger M. Yellowing and IR-changes of spruce wood as a result of UV-irradiation[J]. Journal of Photochemistry Photobiology Biology, 2003, 69(2): 97-105.
- [3] Pandey K K. Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood [J]. Polymer Degradation and Stability, 2005, 90(1): 9-20.
- [4] Hill Callum A S. Wood Modification: Chemical, thermal and other processes [M]. John Wiley & Sons, Ltd, 2006.
- [5] 孙丰波, 余雁, 江泽慧, 等. 竹材的纳米TiO₂改性及抗菌防霉能研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 30(4): 1055-1059
- [6] 江泽慧, 孙丰波, 余雁, 等. 竹材的纳米TiO₂改性及防光变色性能研究[J]. 林业科学, 2010, 46(2): 116-121.
- [7] Fu Junjie, Guo Liping, Zhang Shimin. The identification of foods treated with gamma irradiation by the use of a luminescence technique: a case study of milk powder [J]. International journal of food science and technology, 2005, 40(7): 783-788.
- [8] 周海鹏, 傅俊杰. 药用淀粉的辐照灭菌效果[J]. 核农学报, 2005, 19(1): 52-54.
- [9] 郭雄彬, 刘亚建, 傅俊杰, 等. 利用淀粉粘滞性潜快速检测稻米辐照研究[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2008, 26(4): 242-245.
- [10] 刘亚建, 傅俊杰, 章月红, 等. 辐照对稻米主要品质的影响[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2008, 26(2): 93-97.
- [11] 王洁瑛, 赵广杰. γ 射线辐射对木材构造和材性的影响[J]. 北京林业大学学报, 2000, 23(5): 52-56.
- [12] 孙丰波. 竹材⁶⁰Co γ 射线辐照效应及其机理研究[D]. 北京: 中国林科院, 2010, 65-80.

(责任编辑 张一萍、姜征)

更正启事:

本刊2010年第4期29页刊登的《我国木材工业用材林生态经济效益新考量》,非脚注所标的基金项目文章,特此更正。并向作者致歉!