

樟子松树皮腐熟理化性质变化研究

李艳红¹, 林文霞², 李昕¹, 朱宾宾¹, 李长岭², 李艳凤²

(1. 呼伦贝尔市林业科学研究所, 内蒙古呼伦贝尔 021008; 2. 鄂温克旗林业和草原局, 内蒙古鄂温克旗 021100)

摘要 为了解樟子松树皮腐熟后理化性质的变化, 将新鲜树皮粉碎后进行了腐熟处理, 并测定相关的理化指标。结果表明: 树皮腐熟后, 容重降低了 0.04 g/cm^3 , 总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、气水比没有明显的变化 ($P < 0.05$); 但化学性质发生了明显变化, pH、电导率明显降低, 有机碳含量、全氮含量、碱解氮含量明显增加, 全磷含量增加 0.09 g/kg , 单宁含量由 13.28% 降至 0.29% 。通过樟子松树皮理化性质的研究, 为今后作栽培基质用提供技术支持和理论依据。

关键词 樟子松树皮; 腐熟; 理化性质

中图分类号 S141.4 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)17-0158-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.040

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Change of Physical and Chemical Properties of *Pinus sylvestris* Barks after Fermentation

LI Yan-hong¹, LIN Wen-xia², LI Xin¹ et al (1. Hulunbuir Forestry Research Institution, Hulunbuir, Inner Mongolia 021008; 2. Forestry and Grassland Bureau of Ewenki Autonomous Banner, Ewenki Autonomous Banner, Inner Mongolia 021100)

Abstract In order to understand the changes of physical and chemical properties of *Pinus sylvestris* bark after fermentation, the relevant physical and chemical indicators were determined after the fresh bark was broken and fermented. The results showed that bulk density decreased by 0.04 g/cm^3 , the total porosity, aeration porosity, water-holding porosity and gas-water ratio had no significant change ($P < 0.05$). However, it had dramatic changes in chemical properties, the pH and EC decreased significantly, the organic carbon, total nitrogen and alkaline hydrolysis nitrogen content increased significantly, the total phosphorus content increased by 0.09 g/kg , and the tannin content decreased from 13.28% to 0.29% . Through the study on the change of physical and chemical properties of *Pinus sylvestris* barks after fermentation, we can provide technical support and theoretical basis for future cultivation substrate.

Key words *Pinus sylvestris* barks; Fermentation; Physical and chemical properties

樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litv.)原产于我国大兴安岭和呼伦贝尔草原红花尔基沙地, 具有抗寒、抗旱和较速生等优良特性^[1-2]。樟子松材质较强, 纹理直, 可供建筑、家具等用材。樟子松木材利用后产生了大量的树皮废弃物, 如何有效地处理这些废弃物是解决木材利用率和环保等方面的重要问题。新鲜松树皮中含有较多的单宁、酚类、有机酸和松脂类物质^[3], 未经处理, 这些物质会影响植物的正常生长^[4]。目前, 关于树皮的腐熟及应用, 国内外已有不少报道^[5-6], 张沛健等^[7]以桉树皮为原料, 通过添加不同氮源与菌剂, 探究其对树皮的腐熟效果; 武亚敬等^[8]利用田间堆制腐熟技术对松树皮进行腐熟; 柴艳芳等^[9]通过添加 EM 菌剂、木醋液, 探究松树皮发酵的最佳方案。但是, 关于樟子松树皮腐熟后的理化性质研究很少。该研究通过对樟子松新鲜树皮进行腐熟处理, 测定相关理化性质, 旨在通过腐熟改善树皮的理化性质, 降解单宁等有害物质, 为制作更加优良的有机基质提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料 樟子松树皮原材料来自满洲里市木材加工厂, 金宝贝 11 型树皮发酵助剂购自北京华夏康源科技有限公司。

1.2 试验设计 樟子松树皮腐熟试验在鄂温克旗南屯林场院内试验地上实施。运用粉碎机将樟子松树皮粉碎, 筛网孔径选择 8 mm , 根据金宝贝说明书的配比以及试验目的, 加入

金宝贝树皮发酵助剂, 以畜禽粪便和尿素为氮源, 按一定配比进行混合(树皮 400 kg +牛粪 20 kg +尿素 8 kg +石灰 0.8 kg +金宝贝树皮发酵助剂 1 kg + 2.5 kg 玉米粉), 堆成 $1.0 \sim 1.5 \text{ m}$ 高的大堆, 做到保温、保湿。在堆体的同一高度不同方向插入温度计, 每天观测樟子松树皮堆体温度变化, 温度计插入深度约 20 cm 。经过 $5 \sim 7 \text{ d}$ 发酵, 发酵温度达 $45 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$, 发酵物表面出现白色菌丝时(保持 2 d 以上)进行第一次翻堆, 翻堆时补充水分, 使树皮含水量控制在 60% 左右。继续进行发酵, 使发酵温度继续上升, 如此反复, 直到温度不再上升, 发酵结束。

1.3 方法 发酵结束后, 随机取样拿回实验室进行理化性质测定, 测定指标包括容重、总孔隙度、通气孔隙、持水孔隙、气水比、pH、电导率、有机碳、全氮、碱解氮、全磷、单宁含量。测定方法参照《土壤农化分析》^[10] 常规分析方法, 其中 pH 采用 Sarorius PB-10 酸度计测定, 电导率采用雷磁 DDS-307 电导率测定仪测定, 有机碳含量测定采用重铬酸钾外加热法, 全氮含量测定采用半微量凯氏定氮法, 碱解氮含量测定采用碱解扩散法, 全磷含量测定采用 NaOH 熔融—钼锑抗比色法; 单宁含量测定参照《植物生理学实验指导》^[11], 利用比色法测定。

1.4 统计分析 运用 SPSS、Excel 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 樟子松树皮腐熟过程中温度变化 由图 1 可知, 第 2 天堆体温度就上升到 $50.6 \text{ }^\circ\text{C}$, 第 8 天翻堆, 温度略有下降, 随后又上升到 $42 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右, 第 15 天温度开始下降至 $33 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右, 第 21 天翻堆后, 温度上升幅度不明显, 并保持在 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 左

基金项目 内蒙古自治区应用技术与开发资金项目“樟子松树皮基质理化性质变化及对苗木的影响研究”。

作者简介 李艳红(1987—), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 工程师, 从事植物和土壤生态研究。

收稿日期 2020-02-27; **修回日期** 2020-03-19

右,温度不再上升,腐熟过程结束。温度变化反映了树皮腐熟过程中微生物活性的变化,经历了升温、高温、降温,当温度趋近于环境温度时,表明树皮的分解接近完全,腐熟可被认为已达稳定^[12-14]。

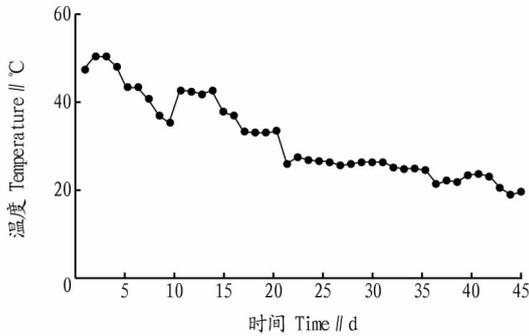


图1 樟子松树皮腐熟过程中温度变化

Fig. 1 Temperature changes of *Pinus sylvestris* barks during fermentation

2.2 樟子松树皮腐熟过程中物理性质变化 由表1可知,樟

表1 樟子松树皮腐熟物理性质变化

Table 1 Changes in physical properties of *Pinus sylvestris* barks after fermentation

阶段 Stage	容重 Bulk density g/cm ³	总孔隙度 Total porosity %	通气孔隙 Aeration porosity//%	持水孔隙 Water-holding porosity//%	气水比 Gas-water ratio
发酵前 Before fermentation	0.22 a	69.97 a	16.73 a	53.24 a	0.31 a
发酵后 After fermentation	0.18 b	72.04 a	20.43 a	51.61 a	0.41 a

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column represented significant difference ($P<0.05$)

表2 樟子松树皮腐熟化学性质变化

Table 2 Changes in chemical properties of *Pinus sylvestris* barks after fermentation

阶段 Stage	pH	电导率 EC μS/cm	有机碳 Organic carbon g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	碱解氮 Alkali-hydr- olyzed nitrogen g/kg	全磷 Total phosphorus g/kg	单宁 Tannins %
发酵前 Before fermentation	6.40 a	611.00 a	73.62 b	1.40 b	0.06 b	0.10 a	13.28 a
发酵后 After fermentation	4.13 b	141.60 b	446.88 a	6.98 a	2.05 a	0.19 a	0.29 b

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column represented significant difference ($P<0.05$)

低 0.04 g/cm^3 ,孔隙度没有明显变化。但是,樟子松树皮腐熟后的化学性质发生明显变化,pH、电导率明显降低($P<0.05$),pH的变化可能与添加的尿素、牛粪有关,贺海升等^[17]研究发现用尿素作氮源发酵针叶树皮土,pH明显降低^[18]。EC反映基质可溶性盐分的多少,随着腐熟的进行,可溶性盐分被微生物利用和流失,导致EC下降。顾剑等^[19]对樟子松树皮的有效成分进行了研究,发现樟子松树皮含有多糖、苷类、黄酮、有机酸、鞣质等成分,这些成分可能被微生物分解并发生复杂的生物化学反应,产生碳水化合物,导致有机碳、全磷含量的增加。全氮、碱解氮含量较腐熟前增加,说明含氮物质在微生物作用下发生降解,释放氨气,并产生铵盐^[20-21],从而增加了氮含量,由于添加的尿素、牛粪含有较多氮素,促进了全氮、碱解氮含量的增加。通过腐熟,新鲜松树皮中的单宁等有害物质得到降解,单宁含量从13.28%降至

0.29%。综上所述,樟子松树皮经过腐熟后,有害物质得到降解,并产生了植物生长所需的C、N、P等化学元素,但是樟子松树皮腐熟只是用作栽培基质的前处理工作,作为一种单一基质其理化性质不能完全满足育苗要求。需要和其他基质混配,形成理化性质适合育苗要求的理想基质,才能应用于苗木、花卉、蔬菜等基质栽培。今后可以根据植物的生长习性合理调配备育苗基质,为樟子松树皮废物利用及开发提供理论支持。

2.3 樟子松树皮腐熟过程中化学性质变化 由表2可知,腐熟处理后的樟子松树皮化学性质变化很大,pH、电导率明显降低($P<0.05$),有机碳含量、全氮含量、碱解氮含量明显增加($P<0.05$),全磷含量增加 0.09 g/kg ,但差异不显著($P\geq 0.05$)。樟子松树皮发酵后,树皮的单宁含量由13.28%降至0.29%,差异显著($P<0.05$)。说明在樟子松树皮腐熟过程中,微生物发生了复杂的生物化学反应。

3 结论与讨论

樟子松树皮腐熟过程中,微生物发生了从分解水溶性有机物开始,逐渐降解难分解有机物(如纤维素和木质素),并转化为腐殖质的生物化学过程。发酵过程的不同阶段,堆体中的微生物数量和种群结构也不断发生变化^[15-16]。树皮在发酵过程中,可能受微生物作用,大粒径树皮颗粒被降解,小粒径树皮颗粒受菌丝的黏结作用而团聚在一起,使得容重降

参考文献

- [1] 康宏樟,朱教君,李智辉,等.沙地樟子松天然分布与引种栽培[J].生态学杂志,2004,23(5):134-139.
- [2] 赵晓彬,刘光哲.沙地樟子松引种栽培及造林技术研究综述[J].西北林学院学报,2007,22(5):86-89.
- [3] 江胜德.现代园艺栽培介质选购与应用指南[M].北京:中国林业出版社,2006:92.

(下转第209页)

氟虫腈外,其3种代谢物氟甲腈、氟虫腈硫醚、氟虫腈砒均有检出,结果如图5所示。

表2 氟虫腈及其代谢物精密度和回收率

Table 2 Precision and recovery of fipronil and its metabolites

化合物 Compounds	添加量 Additive amount mg/kg	平均回收率 Average recovery %	精密度的 Precision %
氟甲腈	0.002	105.60	16.20
Fipronil-desulfinyl	0.010	84.87	11.90
	0.050	92.88	7.43
氟虫腈硫醚	0.002	104.70	18.90
Fipronil-sulfide	0.010	89.14	10.60
	0.050	97.24	7.43
氟虫腈 Fipronil	0.002	97.40	16.80
	0.010	81.06	12.00
	0.050	94.37	8.31
氟虫腈砒	0.002	107.10	18.00
Fipronil-sulfone	0.010	88.09	12.10
	0.050	99.04	4.66

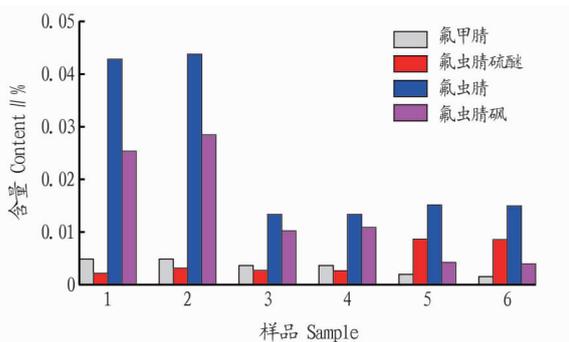


图5 小白菜中氟虫腈及其代谢物的检出量

Fig. 5 Result of fipronil and its metabolites in pakchoi

3 结论

该研究采用乙腈萃取、PSA 固相萃取柱净化、气相色谱分离、串联质谱法检测,建立了同步测定叶菜类蔬菜中氟虫腈及其3种代谢物的方法。与国标方法相比较,该方法涵盖了GB 2763—2016及欧盟限量规定中氟虫腈的全部残留物,弥补了相关标准的不足;检出限更低,能够满足限量指标的

要求;通过色谱条件的优化和萃取、净化条件的筛选,降低了基质干扰;经过方法学验证,该方法线性、检出限、回收率及精密度的均满足残留检测方法确认要求,适用于叶菜类蔬菜中氟虫腈及其代谢物的测定;通过对100批次的大白菜、小白菜、菠菜、芹菜、油麦菜5种常见的市售叶菜类蔬菜的筛查,发现其中有6个小白菜为阳性。综上所述,该方法灵敏度高,定性及定量准确,适用于叶菜类蔬菜中氟虫腈及其代谢物残留量的测定。

参考文献

- [1] 周彤,肖洪喜,周志俊. 氟虫腈安全性评价资料概述[J]. 环境与职业医学,2017,34(8):745-748.
- [2] 朱荣. 氟虫腈对 GABA_A 受体单通道电流的调节作用[J]. 世界农药,2005,27(1):24-26.
- [3] 赵海云,张华,王静,等. 氟虫腈合成工艺的研究[J]. 现代农药,2008(4):17-21.
- [4] 陆阳,李春仁,徐固华,等. 新型高效杀虫剂氟虫腈制备新工艺[J]. 应用化工,2006,35(7):561-563.
- [5] 中华人民共和国农业部 中华人民共和国工业和信息化部 中华人民共和国环境保护部公告第1157号[J]. 农药科学与管理,2009,30(3):52.
- [6] 叶倩,邓义才,路大海,等. 气相色谱法测定蔬菜水果中氟虫腈等6种农药残留[J]. 农药,2016,55(1):51-54.
- [7] 赵丽,洪雪花,荣国琼,等. 气相色谱法测定水果中氟虫腈农药残留[J]. 食品安全质量检测学报,2017,8(10):3921-3924.
- [8] 白宝清,李美萍,张生万. QuEChERS-DLLME-高效液相色谱法测定蔬菜中溴虫腈和氟虫腈残留[J]. 食品科学,2014,35(24):254-258.
- [9] 王玉玲,史常春,李自华,等. 氟虫腈高效液相色谱分析方法优化[J]. 农药,2014,53(8):577-578.
- [10] 周昱,徐敦明,陈达捷,等. 固相微萃取-气相色谱法和气相色谱-质谱法测定茶叶中氟虫腈及其代谢物残留[J]. 色谱,2011,29(7):656-661.
- [11] 罗彤,付文雯,黄坤,等. 气相色谱-负化学源质谱法测定牛奶中氟虫腈及其代谢物残留[J]. 中国乳品工业,2019,47(7):39-41.
- [12] 闫思月,李兴海,赵尔成,等. 分散固相萃取-分散液液微萃取-气相色谱质谱法测定玉米和大米中氟虫腈及其代谢物的残留[J]. 分析试验室,2016,35(4):386-389.
- [13] 王永芳,王利强,温华蔚. LC-MS/MS 测定鸡蛋、鸡肉和蛋糕中氟虫腈及其代谢物残留量[J]. 食品研究与开发,2019,40(10):163-169.
- [14] 刘善菁,刘雨昕,陆桂萍,等. 液相色谱-四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱法测定鸡蛋及鸡肉中氟虫腈及其代谢物残留的研究[J]. 中国兽药杂志,2017,51(10):29-38.
- [15] 韩继新,李占军,曹天泽,等. 液/质-质/质法测定蔬菜中氟虫腈残留含量[J]. 食品研究与开发,2017,38(19):148-151.
- [16] 中华人民共和国国家卫生健康委员会,中华人民共和国农业农村部,国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2019[S]. 北京:中国农业出版社,2019.
- [17] ses[J]. Biore Technol,2000,74(2):125-133.
- [14] 黄国锋,钟流举,张振超,等. 有机固体废物堆肥的物质变化及腐熟度评价[J]. 应用生态学报,2003,14(5):813-818.
- [15] 吴阳,梅娟,徐乐中. 园林废弃物堆肥的腐熟度评价[J]. 农业科技通讯,2014(7):203-205.
- [16] 尚秀华,谢耀坚,彭彦,等. 木屑基质化腐熟技术研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(19):8969-8973.
- [17] 贺海升,马纯燕,卜军,等. 针叶树皮土有机肥料发酵及理化性质检验[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版),2010,28(3):425-429.
- [18] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报,2005,21(S2):1-4.
- [19] 顾剑,张宇. 樟子松树皮有效成分的初步研究[J]. 黑龙江医药科学,2009,32(3):4.
- [20] 刘卫星,顾金刚,姜瑞波,等. 有机固体废物堆肥的腐熟度评价指标[J]. 土壤肥料,2005(3):3-7.
- [21] MATHUR S P, DINEL H, OWEN G, et al. Determination of compost bi-maturity. II. Optical density of water extracts of composts as a reflection of their maturity[J]. Biological agriculture and horticulture, 1993, 10: 87-108.

(上接第159页)

- [4] 尚秀华,谢耀坚,彭彦. 育苗基质的有机废弃物腐熟堆沤技术研究进展[J]. 桉树科技,2009,26(1):64-70.
- [5] 刘景岳. 国外的树皮利用[J]. 林业科技开发,1991,5(3):49.
- [6] 郑志方. 树皮化学与利用[M]. 北京:中国林业出版社,1988:249-256.
- [7] 张沛健,彭彦,谢耀坚,等. 基于桉树皮的有机基质腐熟处理研究[J]. 热带作物学报,2011,32(3):412-416.
- [8] 武亚敬,毕君,高红真. 松树皮的田间堆制腐熟技术[J]. 林业科技开发,2015,29(4):61-63.
- [9] 柴艳芳,汤久杨,王四清. 松树皮基质发酵方案的初步探究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(2):81-86.
- [10] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:19-65.
- [11] 高俊山,蔡永萍. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2018:138-139.
- [12] TIQUIA S M, TAM N F Y. Co-composting of spent pig litter and sludge with forced-aeration[J]. Biore Technol,2000,72(1):1-7.
- [13] EKLIND Y, KIRCHMANN H. Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. II: Nitrogen turnover and los-