

油松容器育苗香菇渣基质粒径配方筛选

武亚敬^{1,2}, 毕君^{1,2}, 李秋艳³, 高红真^{1,2}

(1. 河北省林木良种工程技术研究中心, 河北 石家庄 050061; 2. 河北省林业科学研究院, 河北 石家庄 050061; 3. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071001)

摘要: 为了筛选适合油松 *Pinus tabulaeformis* 生长的香菇 *Lentinula edodes* 渣不同粒径质量的配方, 通过方差分析、多重比较, 进行了不同粒径配比的香菇渣对油松生长指标影响的测定。研究表明: 香菇渣按 2~5 mm, 0.5~2.0 mm, <0.5 mm 等 3 种粒径等级复配后作为栽培基质, 质量比为 1:3:1 的香菇渣基质, 油松苗木品质指数最高为 0.024, 顶芽干质量 2.88 mg, 地上部分 0.103 g 和地下部分 0.078 g 干质量等指标均最高, 综合苗木品质指数、顶芽干质量、根系活力、可溶性糖质量分数、蛋白质质量分数各项指标综合评判得分最高。可见 2~5 mm, 0.5~2.0 mm, <0.5 mm 等 3 种粒径质量比为 1:3:1 的香菇渣最适合油松容器育苗。图 4 表 5 参 12

关键词: 森林培育学; 香菇渣; 油松; 容器育苗

中图分类号: S723 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2015)03-0483-05

Selection of shiitake residue substrate size formula screening for *Pinus tabulaeformis* container seedlings

WU Yajing^{1,2}, BI Jun^{1,2}, LI Qiuyan³, GAO Hongzhen^{1,2}

(1. Hebei Engineering Research Center for Tree Varieties, Shijiazhuang 050061, Hebei, China; 2. Hebei Academy of Forestry Science, Shijiazhuang 050061, Hebei, China; 3. College of Forestry, Hebei Agricultural University, Baoding 071001, Hebei, China)

Abstract: To select a suitable formula for shiitake (*Lentinula edodes*) residue size content growing with *Pinus tabulaeformis*, growth of *P. tabulaeformis* was compared with different size shiitake residue by analysis of variance and multiple comparisons. Results showed that a particle size ratio of 2–5 mm, 0.5–2.0 mm, <0.5 mm was 1:3:1 shiitake residue provided the highest *P. tabulaeformis* seedling quality index of 0.024, the largest crown dry weight and biomass indexes, and the most comprehensive evaluation results. With 2–5 mm, 0.5–2.0 mm, <0.5 mm a particle size ratio of 1:3:1 for the residue as the matrix, the growth conditions of *P. tabulaeformis* were best. So particle size ratio of 1:3:1 shiitake residue was best as the matrix for *Pinus tabulaeformis* planting. [Ch, 4 fig. 5 tab. 12 ref.]

Key words: silviculture; shiitake (*Lentinula edodes*) residue; *Pinus tabulaeformis*; container seedling

香菇 *Lentinula edodes* 渣作为食用菌的生产废料, 在田间大量的堆积, 不但导致材料的浪费, 还给环境带来巨大的污染和负担。有研究报道香菇渣的用途很广泛, 可以用作饲养动物的饲料^[1], 还可以当作肥料用于作物生产和堆肥原料^[2-4], 也可用作栽培基质栽培植物, 可作为生物农药防治病虫害等。香菇渣作为一种可再生资源越来越受到人们的关注和重视。目前, 国内主要是将蘑菇渣作为部分替代物作栽培基质^[5], 单一用作栽培基质的研究却很少。香菇渣作为栽培基质成本低, 原料充足, 基质轻, 便于

收稿日期: 2014-08-13; 修回日期: 2014-10-08

基金项目: 国家林业局引进国际先进农业科学技术计划(“948”计划)项目(2012-4-64)

作者简介: 武亚敬, 工程师, 从事森林培育和森林保护研究。通信作者: 毕君, 教授级高级工程师, 博士, 从事森林培育与森林生态学研究。E-mail: bijun2003@sohu.com

运输。本研究用地栽香菇渣作为基质,通过筛分不同粒径进行配比,通过对油松苗生长状况进行评价,筛选出适合油松生长的不同粒径比例的香菇渣配方,为今后香菇渣作栽培基质栽培油松提供理论依据。

1 材料与方方法

1.1 试验材料

香菇渣原料和田园土采自河北省承德市平泉县林场。

1.2 试验方法与设计

将腐熟的香菇渣筛分为 2.0~5.0 mm, 0.5~2.0 mm, <0.5 mm 等 3 种粒径等级, 然后进行不同粒径间的复配, 田园土(田间育苗常用土)作为对照, 不同粒径质量比详见表 1。按照表 1 复配好的基质装入容积大小为 320 mL 的塑料容器中, 浇透水后, 播入油松种子, 播种子 5 粒·容器⁻¹, 设 3 个重复, 50 杯·处理⁻¹。生长中期(2013 年 8 月 5 日)和末期(2013 年 10 月 8 日)分别测定油松的生理指标、形态指标和生物量。

表 1 不同粒径基质复配表

Table 1 Particle size distribution of different propagation substrates

处理	不同粒径质量比		
	2.0~5.0	0.5~2.0	<0.5 mm
T1	2	1	1
T2	1	1	1
T3	1	2	1
T4	1	3	1
T5	2	2	3
对照(ck)	田园土		

2 测定分析

2.1 形体指标与生物量的测定分析

测定油松苗的苗高、地径、地上干质量、地下干质量、总干质量、顶芽干质量和苗木品质指数。苗木品质指数=(苗木总干质量/(苗高/茎粗+茎干质量/根干质量))^[6]。

2.2 生理指标及测定方法

根系活力: 2,3,5-三苯基氯化四氮唑(TTC)染色图形法; 可溶性糖: 蒽酮比色法; 蛋白质: 考马斯亮兰 G250 结合测定比色。指标测定参照参考文献[7]。

2.3 数据统计方法

数据采用 Excel 图表和 DPS(v3.1)软件对数据进行处理, 对生长末期油松 *Pinus tabulaeformis* 的生长指标进行单因素方差分析, 用邓肯新复极差法进行比较。

3 结果与分析

3.1 不同粒径复配香菇渣基质对油松苗木形态指标的影响

地径、苗高是评价容器育苗的主要形态指标, 不同粒径配比的香菇渣基质栽培的油松的生长指标详见表 2。由表 2 可知: 不同配方基质培育的油松苗苗高从大到小的顺序依次是 T4, T3, T2, T1, T5 和对照, 其中, T4 株高显著高于其他几个处理, 且香菇渣几个处理也均显著好于对照; 不同处理地径由大到小的顺序是 T4, T3, T2, T1, T5 和对照, 其中 T4 处理地径显著优于 T3, T2, T1, T5 和对照, 而且几个香菇渣处理均好于田园土对照。从苗高和地径 2 个方面分析, T4 的形态指标均好于其他几个处理, 且几个处理的优劣排序均一致, 田园土效果最差。经过多重比较, 不同粒径配方香菇渣基质对苗高和地径的影响达到显著水平。从油松苗高(图 1)和地径(图 2)生长状况图来看, 2 个月油松苗的生长状况比较大致相同。从苗高分析, 在 8 月 T4 处理苗高已经显示出优势, 其次是 T3, T2, T1, T5 和对照,

表 2 不同基质配方油松苗形态指标和生物量

Table 2 Morphological index and biomass of *Pinus tabulaeformis*

处理	苗高/cm	地径/mm	地上干质量/g	地下干质量/g	总干质量/g	苗木品质指数
T1	7.68 ± 0.099 bc	1.21 ± 0.032 c	0.083 ± 0.003 d	0.057 ± 0.001 d	0.140 ± 0.001 d	0.018
T2	7.80 ± 0.061 b	1.22 ± 0.025 c	0.091 ± 0.003 c	0.063 ± 0.006 c	0.154 ± 0.003 c	0.020
T3	7.88 ± 0.028 b	1.25 ± 0.046 b	0.099 ± 0.007 b	0.073 ± 0.001 b	0.172 ± 0.007 b	0.022
T4	8.08 ± 0.047 a	1.29 ± 0.021 a	0.103 ± 0.001 a	0.078 ± 0.001 a	0.181 ± 0.004 a	0.024
T5	7.40 ± 0.055 d	1.14 ± 0.025 d	0.090 ± 0.005 cd	0.062 ± 0.002 c	0.152 ± 0.002 c	0.019
对照	7.63 ± 0.031 c	1.12 ± 0.022 d	0.050 ± 0.005 e	0.039 ± 0.001 e	0.089 ± 0.001 e	0.011

说明: 同一列数字后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

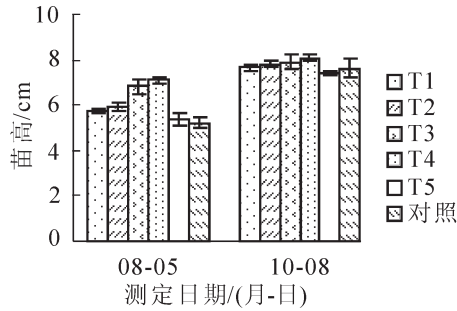


图 1 不同时期油松苗高

Figure 1 Plant height at different time

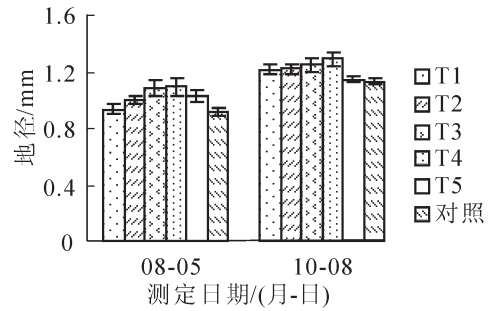


图 2 不同时期油松地径生长

Figure 2 Basal diameter at different time

到 10 月，生长状况稍有变化，对照略优于 T5，但长势仍然是 T4 显著优于 T3，T3 显著优于 T2，T2 显著优于 T1，对照和 T5；从地径方面分析，8 月和 10 月，地径粗细从大到小的顺序均是 T4，T3，T2，T1，T5 和对照。由此可见，无论是在生长中期还是生长末期，T4，T3，T2 基质培育的油松苗生长指标优于其他几个处理，且 T4 处理表现出显著优势。

3.2 不同粒径复配基质对油松生物量的影响

不同粒径复配基质对油松生物量影响详见表 2。由表 2 可以看出：生长期末，地上部分干质量最大是 T4(0.103 g)，显著高于处理 T2(0.099 g)，T3(0.091 g)，T5(0.090 g)，T1(0.083 g)，对照(0.050 g)；地下部分干质量 T4 最大为 0.078 g，显著高于其他几个处理，其他依次为 T3(0.073 g)，T2(0.063 g)，T5(0.062 g)，T1(0.057 g)，对照(0.039 g)；总干质量也是 T4 显著优于其他几个处理和对照，其他几个处理显著优于对照。从不同月份干物质质量图(图 3 和图 4)分析，在 8 月，地上和地下部分的干质量从小到大的顺序依次是 T4，T2，T3，T5，T1 和对照；到 10 月，这种生长趋势更加明显，T4，T3，T2 显现出较明显的优势，其中 T4 最为突出，其次是 T3 和 T2。由此可见：T4 香菇渣配方培育的油松苗无论是 8 月还是 10 月，地上干质量、地下干质量和总干质量均最高。

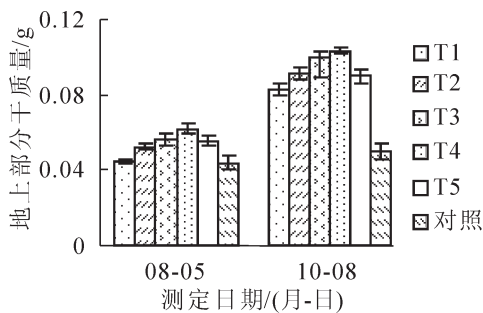


图 3 不同时间油松地上部分干质量

Figure 3 Above ground dry weight at different time

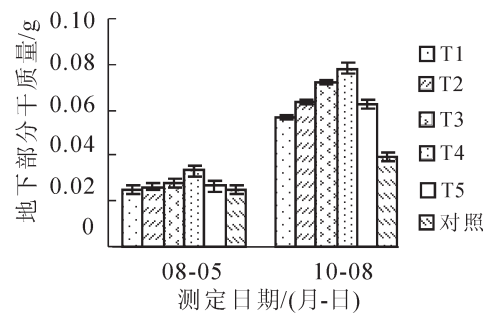


图 4 不同时间油松地下部分干质量

Figure 4 Under ground dry weight at different time

3.3 不同粒径复配基质对油松苗木品质的影响

对不同粒径复配香菇渣培育的油松苗按照苗木品质指数从小到大排列顺序(表 2)，依次是 T4，T2，T3，T5，T1 和对照，可见 T4 配方培育的油松苗木品质最好。

3.4 不同粒径复配香菇渣基质对油松顶芽干质量的影响

不同粒径质量配方的香菇渣栽培的油松的顶芽干质量见表 3。由表 3 可以看出：不同粒径复配基质油松顶芽干质量大小排序依次为 T4，T3，T2，T5，T1 和对照，分别为 2.88，2.83，2.75，2.07，2.06 和 1.80 $\text{mg}\cdot\text{株}^{-1}$ ，T4 顶芽干质量高于或是显著高于其他几个处理，说明 T4 处理油松生长状况最好。

3.5 不同粒径复配香菇渣基质栽培的油松生理指标

不同粒径复配香菇渣基质栽培的油松生理指标详见表 4。T4 处理油松苗根系活力值最高，为 0.367 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，显著优于其他几个处理；油松苗可溶性糖和蛋白质质量分数均是 T4 最高，分别为 3.03 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 4.73 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ，高于或是显著高于其他几个处理和对照，其他配方可溶性糖和蛋白质含量顺序为 T3，T2，T5，T1 和对照，可见 T4 处理油松生理状况较好。苗木体内养分含量也是反映苗木质量的重要指

标, 可见 T4 配方基质较适合油松育苗。

3.6 不同粒径复配香菇渣基质的油松生长综合评判结果

株高、地径、干质量、苗木品质指数、顶芽干质量、根系活力、可溶性糖和蛋白均是评价苗木质量的重要指标, 将苗木品质指数、顶芽干质量、根系活力、可溶性糖和蛋白质量分数等各项指标进行排序并打分, 最高为 10 分, 其次依次是 9, 8, 7, 6, 5 分, 各项指标的影响值均设定为 1, 计算各处总分值情况, 进行综合评判, 分数越高, 各项综合指标越好, 结果见表 5。由表 5 可见: 评价结果的优良顺序依次是 T4, T3, T2, T5, T1 和对照。

4 结论

基质的好坏直接关系到容器育苗苗木的生长^[8-10], 苗高和地径是评价容器出苗品质的主要形态指标, 苗木的生物量是反映物质积累状况的主要指标^[11], 根系活力直接影响到根系吸收能力的强弱, 关系到容器苗造林后对不良环境适应力^[11-12]。综合分析油松苗木品质指数、顶芽干质量、生理指标、生物量等评价指标, 大中小粒径质量分数为 1:3:1 配比的香菇渣基质最适合油松生长。

表 3 不同基质的油松苗的顶芽干质量

Table 3 Dry weight of terminal bud of seedlings grown in different mediums

处理	顶芽干质量/(mg·株 ⁻¹)
T1	2.06 ± 0.03 b
T2	2.75 ± 0.06 a
T3	2.83 ± 0.02 a
T4	2.88 ± 0.09 a
T5	2.07 ± 0.03 b
对照(ck)	1.80 ± 0.03 c

说明: 同一列数字后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

表 4 不同处理对油松生理指标的影响

Table 4 Physiological indices of *Pinus tabulaeformis* in different mediums

处理	根系活力/(mg·g ⁻¹)	可溶性糖质量分数/(mg·g ⁻¹)	蛋白质质量分数/(mg·g ⁻¹)
T1	0.213 ± 0.007 d	3.03 ± 0.19 bc	3.49 ± 0.09 b
T2	0.275 ± 0.011 b	3.14 ± 0.19 b	4.69 ± 0.09 a
T3	0.278 ± 0.025 b	3.31 ± 0.18 ab	4.67 ± 0.06 a
T4	0.367 ± 0.006 a	3.37 ± 0.14 a	4.73 ± 0.01 a
T5	0.259 ± 0.006 c	2.91 ± 0.07 c	3.45 ± 0.16 b
对照(ck)	0.085 ± 0.013 e	2.80 ± 0.18 d	3.36 ± 0.02 c

说明: 同一列数字后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

表 5 不同处理配方基质综合评价结果

Table 5 Different processing matrix formula comprehensive evaluation results

处理	排序					综合得分	综合评判顺序
	苗木品质指数	顶芽干质量	根系活力	可溶性糖	蛋白质		
T1	5	5	5	4	4	32	5
T2	3	3	3	3	2	41	3
T3	2	2	2	2	3	44	2
T4	1	1	1	1	1	50	1
T5	4	4	4	5	5	33	4
对照(ck)	6	6	6	6	6	25	6

5 参考文献

- [1] 李学梅. 食用菌菌渣的开发利用[J]. 河南农业科学, 2003(5): 40 - 41.
LI Xuemei. The development and utilization of edible fungi dregs [J]. *J Henan Agric Sci*, 2003(5): 40 - 41.
- [2] 赵丽珍, 刘振钦. 香菇代谢产物对大豆增产作用的研究[J]. 大豆科学, 1996, 15(1): 80 - 83.
ZHAO Lizhen, LIU Zhenqin. Study on Xianggu mushroom metabolites to increasing yield of soybean [J]. *Soybean Sci*, 1996, 15(1): 80 - 83.
- [3] 孙建华, 袁玲, 张翼. 利用食用菌菌渣生产有机肥料的研究[J]. 中国土壤与肥料, 2008(1): 52 - 54.
SUN Jianhua, YUAN Ling, ZHANG Yi. Research on compost manufacture by use of edible fungus dregs [J]. *Soil Fertil Sci China*, 2008(1): 52 - 54.

- [4] 刘益仁, 刘秀梅, 李祖章, 等. 接种微生物菌剂对猪粪堆肥的效果研究[J]. 中国土壤与肥料, 2007(6): 81 – 84.
LIU Yiren, LIU Xiumei, LI Zuzhang. Effect of microorganism inoculants on pig manure composting [J]. *Soil Fertil Sci China*, 2007(6): 81 – 84.
- [5] 李海燕, 李絮花, 王克安, 等. 蘑菇渣替代草炭的栽培基质对番茄幼苗氮素状况的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(31): 244 – 247.
LI Haiyan¹, LI Xuhua, WANG Ke'an, *et al.* Effects of mushroom compost replace peat on substrates formula on N nutrition status of tomato seedlings [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2011, 27(31): 244 – 247.
- [6] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [7] 高俊凤. 植物生理学试验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [8] 林霞, 郑坚, 刘洪见, 等. 不同基质对无柄小叶榕容器苗生长和叶片生理特性的影响[J]. 林业科学, 2010, 46(8): 62 – 70.
LIN Xia, ZHENG Jian, LIU Hongjian, *et al.* Effects of different media on growth and leaf physiological characteristics of *Ficus concinna* var. *subsessilis* container seedlings [J]. *Sci Silv Sci*, 2010, 46(8): 62 – 70.
- [9] 黄军华. 不同基质对金森女贞容器苗生长的影响[J]. 西北林学院学报, 2012, 27(4): 149 – 152.
HUANG Junhua. Effects of different media on the growth of container seedlings of *Ligustrum japonicum*'Howardii' [J]. *J Northwest For Univ*, 2011, 27(4): 149 – 152.
- [10] 刘伟, 陈正金, 李因刚, 等. 3个阔叶树种容器育苗轻型基质配方探讨[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(5): 803 – 808.
LIU Wei, CHEN Zhengjin, LI Yingang. Light medium formulas for container seedlings of three broadleaf tree species [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2010, 27(5): 803 – 808.
- [11] 鲁敏, 姜凤岐, 宋轩. 容器苗质量评定指标的研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 763 – 765.
LU Min, JIANG Fengqi, SONG Xuan. Assessing indices of container seedling quality [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2002, 13(6): 763 – 765.
- [12] 鲁敏, 李英杰, 王仁卿. 油松容器育苗基质性质与苗木生长及生理特性关系[J]. 林业科学, 2005, 41(4): 86 – 93.
LU Min, LI Yingjie, WANG Renqing. The relation between the medium quality and the container seedling growth of Chinese pine and its physiological characteristics [J]. *Sci Silv Sci*, 2005, 41(4): 86 – 93.