

增施黑木耳废菌糠对毛竹笋生长及土壤的影响

周成敏¹, 胡逢付², 潘心禾¹, 宋艳冬¹, 吴健¹

(1. 浙江省丽水市林业科学研究院, 浙江 丽水 323000; 2. 浙江省庆元县林业局, 浙江 庆元 323800)

摘要: 2014年4月, 在浙江省丽水市莲都区的毛竹 (*Phyllostachys heterocycla cv. pubescens*) 林基地设置了4个处理(对照不处理), 分别施用60, 75, 90, 105 m³·hm⁻²黑木耳废菌糠, 研究其不同施用量对竹笋生长和土壤性状的影响。结果表明, 废菌糠不同施用量对毛竹鞭笋和春笋生长都有明显促进作用, 增产效果显著。当废菌糠施用量达90 m³·hm⁻²时, 毛竹鞭笋的基径和长度达最大值, 春笋的基径达最大值, 单位产量也最高; 随着废菌糠施用量的增加, 毛竹林中土壤的有机质和水解性氮也随之增加, 土壤容重随之降低, pH值有所上升。

关键词: 废菌糠; 毛竹笋; 土壤; 影响

中图分类号: S795.7; S753.53⁺2

文献标识码: A

Effect of Application of Waste Black Fungus Substrate to Shoot Growth and Soil of *Phyllostachys heterocycla cv. pubescens* Stand

ZHOU Cheng-min¹, HU Feng-fu², PAN Xin-he¹, SONGYan-dong¹, WU Jian¹

(1. Lishui Forestry Institute of Zhejiang, Lishui 323000, China; 2. Qingyuan Forestry Bureau of Zhejiang, Qingyuan 323800, China)

Abstract: Four treatments were implemented with one control to apply 60, 75, 90 and 105 m³·ha⁻¹ of waste black fungus substrate at *Phyllostachys heterocycla cv. pubescens* stand in Liandu, Lishui of Zhejiang province in April 2014 for studying effect on shoot growth and soil traits. The result demonstrated that each treatment could promote growth of rhizome and spring shoot with more yield. Ground diameter and height of rhizome shoot, basal diameter of spring shoot and unit yield topped at stands with 90 m³·ha⁻¹. Quantity of waste black fungus substrate had positive relation with organic matter content and hydrolyze nitrogen, but negative with soil bulk density. The experiment showed that pH increased a little.

Key words: waste black fungus substrate; bambooshoot; soil trait; effect

毛竹 (*Phyllostachys heterocycla cv. pubescens*) 是我国南方重要竹种, 据统计, 我国现有竹林面积 800 多万 hm², 其中毛竹林面积多达 400 万 hm²[1~2]。很多毛竹林基地多年施化学肥料, 导致土壤板结, 影响毛竹的生长。食用菌是我国重要的产业, 大量的废菌糠被抛弃, 浪费资源, 污染环境^[3]。近几年来, 随着竹林下食用菌栽培复合模式的兴起, 为更好地循环利用资源, 开展了增施废菌糠对毛竹笋生长的影响研究, 旨在为循环利用废菌糠提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

收稿日期: 2016-07-20; 修回日期: 2016-09-30

基金项目: 丽水市科技局绩效项目(2011JX001)一竹林-食用菌生态高效复合经营关键技术集成与示范

作者简介: 周成敏(1972-), 男, 浙江庆元人, 高级工程师, 从事竹类研究与推广工作。

试验地位于浙江省丽水市莲都区, 28°28'13" N, 119°53'16" E, 属浙西南低山丘陵地带, 平均海拔 130 m, 平均坡度 26°; 年平均降水量 1 471 mm, 常年相对湿度达 76%, 年平均气温 18.1℃; 红壤, 土壤平均深度为 50 cm, pH 值 5.1。该试验地作为毛竹林基地已有 17 a, 面积 2 hm², 每年 8 月沟施复合肥 50 kg 及间伐竹林, 竹林 1, 2, 3 度竹各占 30%, 4 度及 4 度以上竹占 10%, 平均立竹 2 800 株·hm⁻²。

1.2 试验方法

2014 年在毛竹林试验地共设置 4 个处理、1 个对照。A1 处理为对照 (未施), A2, A3, A4, A5 分别施废菌糠 4 m³, 5 m³, 6 m³, 7 m³, 每个处理样地 0.067 hm², 重复 3 次。每个处理施湖北新洋丰肥业有限公司生产的复合肥 (N:P₂O₅:K₂O=15:15:15) 80 kg, 4 月底前将有 50%湿度的黑木耳废菌糠和复合肥均匀地撒施在林地土壤表面, 深翻土壤 25 cm, 将废菌糠和复合肥均匀混合在土壤中。8 月, 每个处理样地再施复合肥 50 kg。从 5 月 10 日至 10 月上旬, 每隔 3 d 挖一次鞭笋计算产量 (挖取长度以鞭茎为白色, 市场销售为标准), 7 月中旬在挖取鞭笋的每个样地随机选取 30 株, 逐株测量鞭笋基部直径、长度、单株质量。次年 3 月 1 日起, 春笋长到地面 5 cm, 全部挖取, 计算产量, 3 月中旬每个样地随机选取 30 株春笋, 逐株测量春笋的基部直径、长度、单株质量。次年 3 月前, 每个样地随机选取 5 个采样点, 采用 S 形混合取样法, 采集 0~25 cm 土层混合土样, 再将 5 个点的土样混合一起。

1.3 测定内容和方法

土壤样品采回后, 去除可见植物残体及土壤动物, 自然风干, 过 2 mm 孔径筛, 然后测定土壤养分含量。土壤容重用环刀法测定, 水解性氮用扩散皿法测定, 有机质用丘林法测定, pH 值用 pH 计测定^[5]。

1.4 数据分析

试验数据分析用 SPSS 19.0 统计软件, 进行方差分析和 LSD 法多重比较。

2 结果与分析

2.1 增施黑木耳废菌糠对毛竹鞭笋生长的影响

从表 1 可看出, A2, A3 和 A4 处理, 随着废菌糠施用量的增加, 鞭笋的基径和长度也随着增大, 单株质量和单位产量也随着增加, A4 处理最高值, 但是施用量达到 A5 处理时, 鞭笋的基径和长度略有下降, 单株质量和单位产量也略有减少。所有处理鞭笋的基径比对照分别增加 18.8%, 24.6%, 37.2%, 36.9%, A5 比 A4 下降了 0.27%, 所有处理和对照间均呈极显著性差异; 所有处理的鞭笋长度比对照分别增加 15.5%, 21.3%, 32.3%, 32.2%, A5 比 A4 下降了 0.11%, 所有处理和对照相比均呈极显著性差异; 所有处理的鞭笋质量比对照分别增加 20.1%, 22.2%, 31.2%, 30.6%, A5 比 A4 下降了 0.48%, 所有处理和对照相比呈极显著性差异; 所有处理的鞭笋单位产量比对照分别增加 30.2%, 37.4%, 72.3%, 69.1%, A5 比 A4 下降了 1.86%, 所有处理和对照相比均呈极显著性差异; A4 处理的鞭笋基径和长度均为最大值, 单株质量和单位产量也为最大值。试验显示, 毛竹林中废菌糠施用量不宜超过 90 m³·m⁻²。

表 1 增施黑木耳废菌糠对毛竹鞭笋生长的影响
Table 1 Effect of waste black fungus substrate on growth of rhizome shoot in tested stands

处理	平均基径/mm	平均长度/cm	平均质量/(g·株 ⁻¹)	产量/(kg·hm ⁻²)
A1	18.80±0.80cC	26.50±0.60cC	101.03±3.92cB	997.23±49.62cC
A2	22.33±1.40bB	30.60±0.40bB	121.37±5.25bA	1 298.50±102.03bB
A3	23.43±1.50bAB	32.13±1.56bAB	123.57±3.54bA	1 369.51±71.17bB
A4	25.80±0.95aA	35.07±1.39aA	132.53±4.20aA	1 718.33±94.38aA
A5	25.73±0.91aA	35.03±1.27aA	131.90±5.32aA	1 686.71±112.54aA

注: 表中同列不同大小写字母分别表示处理间差异极显著 (P < 0.01) 和显著 (P < 0.05), 下同。

2.2 增施黑木耳废菌糠对毛竹春笋生长的影响

从表 2 可看出, A2, A3 和 A4 处理的春笋的基径、单株笋质量和单位笋产量均随着废菌糠施用量的增加而增加。其中 A4 处理的春笋基径达最大值, 所有处理春笋的基径较对照分别增加 7.5%, 10.0%, 15.7%, 15.1%, A5 比 A4 减少了 0.29%, A2, A3 处理和对照间均呈显著性差异, A4, A5 和对照间均呈极显著性差异, 说明增

施废菌糠对春笋基径生长有明显效果; 所有处理春笋的单株平均质量较对照分别增加 13.6%, 15.0%, 28.1%, 27.5%, A5 比 A4 减少了 0.71%, A2, A3 处理和对照相比均呈显著性差异, A4, A5 和对照相比均呈极显著性差异, 主要由于春笋的基径增大, 春笋单株质量增加; 所有处理春笋的单位产量较对照分别增加 14.5%, 17.2%, 30.4%, 29.4%, A5 比 A4 减少了 0.72%, A2 处理和对照相比呈显著性差异, A3, A4, A5 和对照相比均呈极显著性差异, 说明施废菌糠对春笋的产量有显著效果, 原因是春笋基径增大, 单株春笋质量增加; 另外, 废菌糠中的养份也能促进笋芽分化和生长; 春笋的平均长度随着废菌糠施用量的增加并没有增长, 5 个处理间均没有显著性差异, 主要是春笋的长度取决于竹鞭在土壤中的深度。

表 2 增施黑木耳废菌糠对毛竹春笋生长的影响
Table 2 Effect of waste black fungus substrate on growth of spring shoot in tested stands

处理	平均基径/cm	平均长度/cm	平均质量/(kg·株 ⁻¹)	产量/(kg·hm ⁻²)
A1	8.78±0.32cB	38.63±0.93aA	2.21±0.11cB	4 869.46±280.96cB
A2	9.44±0.42bB	39.90±1.25aA	2.51±0.15bAB	5 577.21±311.26bAB
A3	9.66±0.37bAB	39.80±1.32aA	2.54±0.17bAB	5 705.34±283.98bA
A4	10.17±0.37aA	40.20±0.95aA	2.83±0.14aA	6 348.39±302.45aA
A5	10.14±0.36aA	39.56±1.31aA	2.81±0.12aA	6 302.29±335.30aA

2.3 增施黑木耳废菌糠对土壤性状的影响

从表 3 可看出, 所有处理随着废菌糠施用量增加, 土壤中的有机质和水解性氮也随之增加, 两者间呈正相关相系, 增施废菌糠对土壤性状有明显的作用。所有处理下有机质含量较对照分别增加 4.6%, 6.3%, 7.5%, 9.3%, 均呈极显著性差异; 所有处理下水解性氮含量比对照分别增加 2.4%, 3.2%, 3.9%, 4.7%, 均呈极显著性差异; 土壤容重随着废菌糠施用量的增加而降低, 所有处理土壤容重较对照分别降低了 4.3%, 5.2%, 5.8%, 6.9%, 均呈极显著性差异, A2 处理与 A5 处理间呈显著性差异; 土壤 pH 值随着废菌糠施用量增加而略有上升, 所有处理 pH 值比对照分别上升了 3.9%, 3.2%, 5.2%, 5.8%, A2, A3 处理和对照间均呈显著性差异, A4, A5 处理和对照间均呈极显著性差异。

表 3 增施黑木耳废菌糠对竹林土壤性状的影响
Table 3 Effect of waste black fungus substrate on traits of soil in tested stands

处理	有机质/(g·kg ⁻¹)	水解性氮/(mg·kg ⁻¹)	容重/(g·cm ⁻³)	pH 值
A1	19.63±0.21dC	270.57±2.11cC	1.145 7±0.003 3aA	5.13±0.06bB
A2	20.53±0.31cB	276.93±3.38bB	1.096 3±0.253 4bB	5.33±0.06aAB
A3	20.87±0.25bcAB	279.33±1.05abAB	1.086 4±0.005 9bcB	5.30±0.10aAB
A4	21.10±0.26abAB	281.00±2.04abAB	1.079 6±0.008 5bcB	5.40±0.10aA
A5	21.47±0.15aA	283.30±2.79aA	1.066 7±0.016 3cB	5.43±0.06aA

3 结论与讨论

试验结果表明, 在毛竹林土壤中增施黑木耳废菌糠对毛竹鞭笋和春笋生长有明显的促进作用, 增产效果明显。废菌糠施用量达到 90 m³·hm⁻² 时, 鞭笋的基径和长度均达到最大值, 分别比对照增加 37.2% 和 32.3%; 同时, 春笋的基径和单位产量也均达到最大值, 分别比对照增加 15.7% 和 30.4%; 但对春笋的长度生长没有明显的影响, 这主要是春笋的长度取决于发笋竹鞭在土壤中的深度, 增施废菌糠能改善土壤疏松度, 但不影响 2 年生以上竹鞭在土壤中的深度。

随着废菌糠施用量的增加, 毛竹林土壤中有机质和水解性氮含量也随之增加, 有机质和水解性氮能有效地促进竹鞭和笋芽的生长; 随着废菌糠施用量的增加, 毛竹林土壤容重也逐渐降低, 土壤孔隙度相应提高, 能有效改良土壤结构, 增强土壤通气与水分的渗透性^[4-5], 有利于土壤中竹鞭的生长; 废菌糠施用量的增加, 对土壤的 pH 值具有微调作用, 土壤中的 pH 值会有所上升, 能降低土壤酸性。废菌糠发酵后促进了营养成分的分解转化, 且分解转化作用明显, 可以作为有机肥循环利用。

试验结果表明毛竹林土壤中废菌糠施用量不宜超过 90 m³·hm⁻²。但不同毛竹林的土壤容重不一样, 对土壤中施用废菌糠的用量也不一样。本试验选用的试验地, 土壤 pH 值为 5.1, 施用废菌糠后, 土壤中的 pH 值有所上

升；在pH值较高的土壤施用废菌糠后，土壤的pH值不会上升，因为废菌糠中的pH值属微酸性^[6]。

土壤微生物总量增加有利于进一步活化土壤中的养分，促进作物吸收利用。微生物生物量是土壤养分贮存库和植物生长可利用养分的重要来源^[7]。废菌糠改善了土壤通气状况，能为微生物生长提供充足的营养，关于废菌糠对毛竹林中土壤微生物的繁殖，微生物数量和生物量的影响还有待进一步研究。

参考文献：

- [1] 范少辉, 唐晓鹿, 漆良华, 等. 不同经营措施对毛竹林土壤呼吸温度敏感性的影响[J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(3): 300-307.
- [2] 孙刚, 邓文鑫, 王陆军, 等. 安徽肖坑天然毛竹林生产力及其土壤养分特点[J]. 经济林研究, 2009, 27(3): 28-32.
- [3] 郑文彪, 刘金龙, 泮樟胜, 等. 香菇废菌糠作基肥对板栗土壤理化性质及产量的影响[J]. 浙江林业科技, 2015, 35(3): 79-82.
- [4] 潘廷国, 王元贞, 柯玉琴. 蔗田施用蔗渣香菇废菌棒对土壤生态及甘蔗生长的影响[J]. 福建农学院学报, 1989, 18(4): 515-519.
- [5] 应国华, 吕明亮, 何林, 等. 毛竹林下栽培棘托竹荪对笋竹及土壤的影响[J]. 浙江林业科技, 2014, 34(6): 65-67.
- [6] 郭莹, 钟鄂蓉, 宋兆华, 等. 香菇菌糠发酵前后营养成分含量的对比分析[J]. 黑龙江农业科学, 2015, (8): 179-180.
- [7] 陈世昌, 常介田, 吴文祥, 等. 菌渣还田对梨园土壤性状及梨果品质的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(5): 821-827.