

Effects of Mulching on Ground Coverage and Soil Water Content in *Phyllostachys pubescens* Forests

Haiping Zhou¹, Xiaofeng Mo¹, Zhong Du¹, Liang Guo¹, Min Zhang¹, Quan Li¹, Bo Sun², Tiesheng Pan³

¹Guilin Forestry Science Research Institute, Guilin Guangxi

²Forestry Bureau of Xingan County, Guilin Guangxi

³Soil and Fertilizer Station of Lingchuan County, Guilin Guangxi

Email: Lkszhp06@163.com

Received: Dec. 18th, 2017; accepted: Jan. 5th, 2018; published: Jan. 24th, 2018

Abstract

Research and analysis through this experiment, the effects of *Phyllostachys pubescens* forest mulching on the ground coverage rate, soil water content, the amount of bamboo, number of new bamboo, DBH and bamboo height are very obvious. The coverage rate of the covered *Phyllostachys pubescens* forest increased by 56.09% and 31.61%, respectively, compared with the control and uncovered. The soil water content increased by 23.44% and 20.33%, respectively, compared with the control and uncovered. The soil moisture content of different stands showed broad-leaved and mixed plantations > covered *Phyllostachys pubescens* forest ≥ China fir forest > uncovered *Phyllostachys pubescens* forest > control forest. The amount of bamboo and new bamboo quantity: The covered and the uncovered increased by 52.41%, 42.76%, 98.11% and 67.92%, respectively, compared with the control. DBH: The covered and the uncovered increased by 16.84% and 13.68%, respectively, compared with the control. Bamboo height: The covered and the uncovered increased by 19.30% and 17.54%, respectively, compared with the control. The content of organic matter increased by 31.34% to 68.43% than that of uncovered and controlled. *Phyllostachys pubescens* forest mulching is beneficial to enhance fertility and improve soil structure, improves ground coverage rate and soil water content. It is of great significance to increase the yield and increase efficiency of the ecological management of *Phyllostachys pubescens* forest.

Keywords

Covering, *Phyllostachys pubescens* Forest, Ground Coverage Rate, Soil Moisture Content

覆盖对毛竹林地面覆盖率及土壤含水量的影响

周海平¹, 莫小锋¹, 杜忠¹, 郭亮¹, 张敏¹, 李仨¹, 孙波², 潘铁生³

¹桂林市林业科学研究所, 广西 桂林

²兴安县林业局, 广西 桂林

³灵川县土肥站, 广西 桂林

Email: Lkszhp06@163.com

收稿日期: 2017年12月18日; 录用日期: 2018年1月5日; 发布日期: 2018年1月24日

摘要

通过本试验研究分析, 覆盖对毛竹林地面覆盖率、土壤含水量、立竹量、新竹量、胸径、竹高的影响效果极为明显, 覆盖的竹林地面覆盖率比对照的、未覆盖的分别提高56.09%、31.61%; 土壤含水量比对照的、未覆盖的分别提高23.44%、20.33%; 不同林分土壤含水量表现出阔叶杂木林 > 毛竹林覆盖 ≥ 杉木林 > 毛竹林未覆盖 > 对照林; 立竹量和新竹量: 覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加52.41%、42.76%、98.11%、67.92%; 胸径: 覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加16.84%、13.68%, 竹高: 覆盖的和未覆盖的比对照的分别增高19.30%、17.54%; 有机质含量均比未覆盖的和对照的增加31.34%~68.43%; 竹林覆盖有利增肥改土, 提高地面覆盖率和土壤含水量, 对毛竹林生态经营增产增效具有重大的意义。

关键词

覆盖, 毛竹林, 地面覆盖率, 土壤含水量

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

森林土壤具有良好的团粒结构, 通透性好, 持水能力较强, 土壤肥力较高等特点[1]。由于不同树种具有不同的影响, 因此研究不同经营模式下毛竹林对土壤性状的影响也就成为土壤肥力与土壤生态学研究的重点, 而水分是土壤肥力诸因素中最活跃的因素, 它除供给植物直接吸收利用外, 还影响微生物的生命活动, 养分转化及土壤生物过程。森林土壤具有蓄水功能, 使森林表现出能调节流域洪峰流量和延缓径流产生等水源涵养效益[2]。通过对不同经营模式毛竹林土壤水分理化性质的研究, 有利林分合理配置, 增加地面覆盖, 提高植被覆盖率、土壤保水和涵养水源的能力。

为了实现毛竹林的可持续经营, 毛竹生态林成为目前毛竹产业的发展模式。从生态学角度上看, 竹阔混交有利于维持生态系统平衡, 增加林地的凋落物和地面覆盖物, 提高地面覆盖率, 改善土壤结构, 加速养分循环, 增肥改土, 防止竹林地力下降。赵永艳等发现毛竹纯林地比竹阔混交林地培肥能力弱, 且阔叶树的不同比例对于土壤肥力有明显的影响[3]。黄启堂发现改造后的毛竹林比毛竹纯林毛管持水量、田间持水量升高, 林下不同层级土壤有机物和各养分含量均有不同程度的增加[4]。王艳等研究发现竹阔混交林的土壤毛管孔隙度、土壤田间持水量、毛管持水量均比杉木人工林的大[5]。但有关不同经营模式的毛竹林土壤含水量的研究、涵养水源效果的研究未见报道, 本试验分析研究毛竹林覆盖、未覆盖的毛竹林、毛竹林中有极少量的针阔叶树种作为毛竹林的对照林、杉木林、阔叶林 5 种不同林分的土壤理化

性质差异,尤其是覆盖对毛竹林下植被覆盖率及土壤含水量影响效果的分析与研究意义重大,可为正确选择毛竹林经营模式与涵养水源能力和效果提供理论依据。

2. 试验地概况

试验地设在兴安县华江乡牛塘冲村屯,其地理位置为北纬 $25^{\circ}47' \sim 25^{\circ}57'$,东经 $110^{\circ}33' \sim 110^{\circ}38'$,海拔在398.6 m~647.6 m,年平均气温 12.9°C ,最冷1月平均气温 2.9°C ,最热7月平均气温 21.8°C ,极端最高温 29.5°C ,极端最低温 -15°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温为 $2480^{\circ}\text{C} \sim 2585^{\circ}\text{C}$;年平均降水量为2509 mm,无霜期为281天[6][7]。地形地貌为高山山地、丘陵;土壤为黄壤,主要植被有杨梅、枫香、酸枣、栲木石楠、杉木、壳斗科等树种,桃金娘、虎皮楠、铁芒箕、蕨类、五节芒、黄茅草等灌木植物[7]。

2.1. 试验林选择

在兴安县华江乡牛塘冲村建毛竹试验林103亩。试验林选过度砍伐的或受灾严重的毛竹林,立竹量少,平均亩立竹量在91~118株之间,竹龄1~4年,平均胸径为8.6~9.5 cm,平均竹高10.6~12.0 m,生长势一般竹林;7~8年生的杉木纯林,阔叶杂木林。

2.2. 标准地设置

为了更好地监测试验林实施效果,根据实施措施不同分别设定不同的标准地,本项目共分5种不同的类型,每种类型设3块标准地(3个重复),兴安县华江乡牛塘冲村屯设13块(含对照),标准地面积($666\text{ m}^2 = 22.2\text{ m} \times 30\text{ m}$),样地之间打桩拉尼龙线隔离,按照森林资源调查规定设置,进行土壤取样。在毛竹林标准地内进行地面覆盖物厚度的测定、覆盖率的调查和测定、每竹测定竹高、枝下高、胸径、立竹量(密度)、年龄等因子。

3. 研究方法

3.1. 试验设计

在2016年1月至2017年7月期间,试验前选择具有代表性的5种林分,分别设为处理1:毛竹林覆盖,在2016年1月修山砍完杂灌木草后,用稻草和竹糠覆盖林地,覆盖物厚度2.00 cm,2017年1月底之前再次修山砍杂灌木草,到2017年7~8月,地面覆盖物厚度的测定,在每块标准地分东西南北中5个位置各选 1 m^2 ,用钢卷尺测量覆盖物厚度;覆盖率的测定,在每块标准地测量记录地面的杂灌木草等植被的投影;土壤取样在同一等高线各挖取3个剖面,深度50 cm,每个剖面分0~20 cm、20~40 cm两个土层,每个土层取土样1.0 kg。处理2:毛竹林未覆盖,每年修山砍杂灌木草1次,到2017年7~8月,覆盖物厚度的测定、覆盖率的测定、土壤取样(方法与处理1相同)。处理3:毛竹对照林,不修山砍杂灌木草,维持自然,到2017年7~8月,覆盖物厚度的测定、覆盖率的测定、土壤取样(方法与处理1相同)。处理4:杉木纯林进行土壤取样(方法与处理1相同)。处理5:阔叶杂木林进行土壤取样(方法与处理1相同)。试验前不同林分标准地各土层养分含量基本情况见表1。

3.2. 试验方法

在5个不同林分标准地内进行上、下同一等高线各挖取3个剖面,每个剖面分0~20 cm、20~40 cm两个土层,每个层次取土样1.0 kg,同一土层土样充分混合后取1.0 kg带回室内,风干磨细过筛后进行结果分析。室内土壤样品分析方法根据土壤理化分析步骤进行,土壤物理性质用环刀法测定,化学性质采用森林土壤分析方法:全氮用凯氏法测定,全磷用酸溶—钼锑抗比色法测定,全钾用酸溶火焰光度法

Table 1. Nutrient content and water content in different soil layers of different forest structures before test
表1. 试验前不同林分类型各土层养分含量及含水量情况

林分类型	土壤层次 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (mg/kg)	全钾 (mg/kg)	pH值	含水量 (g/kg)
毛竹林覆盖	0~20	46.1	2.42	0.77	25.8	4.7	363.2
	20~40	40.4	1.61	0.66	25.3	4.6	342.0
毛竹林未覆盖	0~20	44.0	2.40	0.66	25.5	4.6	358.2
	20~40	39.1	1.62	0.61	24.3	4.3	340.8
对照林	0~20	45.9	2.33	0.61	24.8	4.4	358.4
	20~40	40.4	1.65	0.55	24.3	4.5	324.2
阔叶杂木林	0~20	57.7	3.08	0.77	24.6	4.3	454.9
	20~40	47.7	2.34	0.67	23.9	4.5	384.7
杉木纯林	0~20	56.3	3.05	0.72	25.3	4.4	420.8
	20~40	38.3	2.17	0.61	24.8	4.4	386.2

测定, 有机质用重铬酸钾容量法测定, pH 值用酸度计测定, 将所得的数据进行 F 检验, 用 LSD 法进行各样本均值间的显著性分析。

3.3. 数据收集及处理

试验前分别对各样地内毛竹进行编号, 逐株测量胸径、竹高、枝下高, 并记录病虫害情况; 试验后, 在项目即将结束时, 进行地面覆盖物厚度的测定、林下植被覆盖率的调查和测定, 土壤取样; 同时逐株测量新竹的胸径、竹高、枝下高, 按标准地编号统计各标准地调查因子的测定数据, 然后对 3 种毛竹林试验调查结果统计汇总(见表 2), 最后用数理统计方法对各数据进行方差分析和 LSD 多重比较。

4. 结果与分析

4.1. 竹林覆盖对毛竹林覆盖率、覆盖厚度、有机质、含水量、立竹量、新竹量、胸径、竹高的影响

对各指标进行方差分析可知, 毛竹林覆盖率、覆盖厚度、总立竹量、新竹量、胸径、竹高在不同试验中的差异极显著, F 值分别为 66.42^{**}、57.11^{**}、64.16^{**}、52.24^{**}、11.22^{**}、11.38^{**}, 均大于 $F_{0.05}(2,6) = 5.14$ 和 $F_{0.01}(2,6) = 10.92$, 而土壤有机质和含水量的差异为显著, F 值为 7.71^{*}和 8.18^{*}, 只大于 $F_{0.05}(2,6) = 5.14$ (见表 3)。对差异显著的 8 个指标进行 LSD 多重比较, 结果表明, 在毛竹林覆盖率、覆盖厚度、土壤有机质、含水量、总立竹量、新竹量、胸径、竹高等方面, 各试验组数据均高于对照组, 且毛竹林覆盖率、覆盖厚度、总立竹量、新竹量分别与对照的相比极为明显。试验结果表明, 覆盖对毛竹林覆盖率、覆盖厚度、总立竹量、新竹量、胸径、竹高的影响效果均为极显著, 而对土壤有机质和含水量的影响效果为显著, 综合比较来看, 覆盖提高竹林地面覆盖率和增加地面覆盖厚度, 也提高土壤含水量和有机质, 增加毛竹林产量(立竹量)和质量(胸径与竹高)。

4.2. 毛竹林地面覆盖率的比较

对毛竹林覆盖、毛竹林未覆盖、对照林 3 种不同毛竹林分林下植被覆盖率、地面覆盖物厚度进行调查、测定数据, 并对测定数据进行数理统计方差分析, 用 LSD 法进行多重比较, 分析结果见表 4~6。

Table 2. Statistical summary of the results of 3 kinds of *Phyllostachys pubescens* forest structures test survey
表2. 3种毛竹林分试验调查结果统计汇总

处理	重复	林下植被覆盖率(%)	地面覆盖物厚度(cm)	有机质(g/kg)	土壤含水量(g/kg)	立竹量(株/667 m ²)		胸径(cm)	竹高(m)
						总计	新竹		
处理1 覆盖	1	95.27	5.03	55.10	413.20	221	103	10.6	13.0
	2	96.18	5.17	65.60	438.60	227	107	11.2	13.5
	3	94.33	4.63	76.30	469.01	215	96	11.5	14.3
	均值	95.26	4.94	65.67	440.27	221	102	11.1	13.6
处理2 未覆盖	1	71.34	3.48	44.10	348.20	199	84	11.2	12.8
	2	72.73	3.86	50.10	354.10	214	97	10.4	13.5
	3	73.07	3.71	55.80	395.31	208	86	10.8	13.9
	均值	72.38	3.68	50.00	365.87	207	89	10.8	13.4
处理3 对照	1	60.97	2.89	40.90	328.41	149	59	9.0	10.7
	2	62.72	3.08	43.50	354.40	140	48	9.6	11.5
	3	59.41	3.23	45.80	387.30	146	52	9.9	12.0
	均值	61.03	3.07	43.40	356.70	145	53	9.5	11.4

注: 1) 地面覆盖率是指林下植被覆盖率(包括竹林下的杂灌木和杂草等植被); 2) 地面覆盖物是指竹林地的枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木杂草以及试验时覆盖的稻草和竹糠; 3) 有机质是指在 0~20 cm 土层中所取土样的有机质含量; ④土壤含水量是指在 0~20 cm 土层中所取土样的质量含水量。

Table 3. The effects of the covered *Phyllostachys pubescens* forest on the number of opposing bamboo, the number of new bamboo, DBH, bamboo height, the coverage rate, the thickness of the cover, the organic matter and the water content

表3. 竹林覆盖对立竹量、新竹量、胸径、竹高、覆盖率、覆盖厚度、有机质、含水量的影响

处理	林下植被覆盖率(%)	地面覆盖物厚度(cm)	有机质(g/kg)	土壤含水量(g/kg)	总立竹量(株/667 m ²)	新竹量(株/667 m ²)	胸径(cm)	竹高(m)
处理1	95.26	4.94	65.67	440.27	221	102	11.1	13.6
处理2	72.38	3.68	50.00	365.87	207	89	10.8	13.4
处理3	61.03	3.07	43.40	356.70	145	53	9.5	11.4
F值	66.42**	57.11**	7.71*	8.18*	64.16**	52.24**	11.22**	11.38**

注: $F_{0.05}(2,6) = 5.14$, $F_{0.01}(2,6) = 10.92$.

Table 4. Multiple comparison of the thickness of the ground cover of *Phyllostachys pubescens* forest (LSD)

表4. 毛竹林地面覆盖物厚度多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	1.2600*	0.1684	0.008	0.8480	1.6720	1.3357	1.8843
	对照	1.8767**	0.1684	0.000	1.4646	2.2887	1.2524	2.5010
未覆盖	对照	0.6167*	0.1684	0.011	0.2046	1.0287	0.6357	1.2410

注: *为均值差的显著性水平 0.05, **为均值差的极显著性水平 0.01。

Table 5. Multiple comparison of the ground coverage rate of *Phyllostachys pubescens* forest (LSD)
表5. 毛竹林地面覆盖率多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	22.8800**	0.9931	0.001	20.4500	25.3100	19.1983	26.5617
	对照	34.2267**	0.9931	0.000	31.7967	36.6566	30.5449	37.9084
未覆盖	对照	11.3467*	0.9931	0.008	8.9167	13.7766	11.6357	15.0284

注: *为均值差的显著性水平 0.05, **为均值差的极显著性水平 0.01。

Table 6. Comparison of the thickness of the ground cover and the ground coverage rate of *Phyllostachys pubescens* forest
表6. 毛竹林地面覆盖物厚度及地面覆盖率的比较

竹林处理	林下植被覆盖率%		地面覆盖率提高%		地面覆盖物厚度(cm)		地面覆盖厚度增加%	
	试验前	试验后	比对照	比未覆盖	试验前	试验后	比对照	比未覆盖
覆盖	56.92	95.26	56.09	31.61	2.53	4.94	60.91	34.24
未覆盖	57.01	72.38	18.60		2.52	3.68	19.87	
对照	56.98	61.03			2.61	3.07		

注: 1) 表中所列数据均为同一处理 3 次重复的平均值; 2) 地面覆盖率是指林下植被覆盖率(杂灌木和杂草等植被); 3) 地面覆盖物是指竹林地的枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木草及试验时覆盖的稻草和竹糠。

从表 4 和表 5 可知, 覆盖的与未覆盖的竹林地面覆盖率进行多重比较, 覆盖的与对照的也进行多重比较, 其差异均达到极显著水平。也就是说, 覆盖的毛竹林均比对照的和未覆盖的分别提高 56.09% 和 31.61% (见表 6)。

从表 6 可以看出, 地面覆盖物厚度、地面覆盖率等指标均呈现毛竹林覆盖 > 毛竹林未覆盖对 > 对照林; 地面覆盖率: 覆盖的比对照的和未覆盖的分别提高 56.09% 和 31.61%, 地面覆盖物厚度: 覆盖的比对照的和未覆盖的分别增厚 60.91% 和 34.24%, 这与毛竹林的经营模式有关, 对照林下植被少, 植被覆盖率较低、凋落物少, 仅有枯枝落叶, 地面覆盖物厚度不厚 3.07 cm; 毛竹林未覆盖, 林下植被覆盖率(72.38%) 中等, 竹林每年进行 1~2 次砍覆, 凋落物归还量比对照林多些, 地面覆盖物厚度达 3.68 cm; 毛竹林覆盖因有枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木草及试验时覆盖的稻草和竹糠, 归还量最多, 地面覆盖物厚度最厚为 4.94 cm, 林下植被覆盖率(95.26%) 最高。

从表 7 也可看出, 有机质含量的增加(覆盖的比对照的和未覆盖的分别增加 51.31% 和 31.34%) 也可以说明毛竹林覆盖有利于竹林地面覆盖率的提高和有机质的增多。

4.3. 毛竹林分养分含量及有机质含量的比较

从毛竹林覆盖、毛竹林未覆盖、对照林 3 种不同毛竹林分土层 0~20 cm、20~40 cm 两个土壤层次中取样, 室内进行土壤样品分析, 其结果见表 7。从表 7 可以看出, 0~20 cm 和 20~40 cm 土层的有机质、全氮、全磷、全钾含量等营养指标均呈现毛竹林覆盖 > 毛竹林未覆盖 > 对照林, 就同一林分不同土层深度而言, 随着土层深度增加, 有机质、全氮、全磷、全钾含量等养分指标呈现减少趋势。不同林分类型养分含量出现这种变化趋势是与毛竹林的经营模式有关, 对照林林下植被少, 凋落物少, 有机质归还少, 各养分含量较低; 毛竹林未覆盖, 每年进行 1~2 次砍覆, 凋落物归还量比对照林多些, 各养分含量也比对照林大; 毛竹林覆盖因有枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木草及试验时覆盖的稻草和竹糠, 归还量最多, 各土层养分含量在 3 种毛竹林分中最多。

Table 7. Comparison of nutrient content and organic matter content in different soil layers of *Phyllostachys pubescens* forest structure**表7.** 毛竹林分各土层养分含量及有机质含量的比较

竹林处理	土层 (cm)	有机质 (g/kg)	有机质含量增加%		全氮 (g/kg)	全磷 (mg/kg)	全钾 (mg/kg)	pH值
			比对照	比未覆盖				
覆盖	0~20	65.67	51.31	31.34	3.27	7.19	62.87	4.7
	20~40	48.73	68.43	42.82	2.14	3.28	43.17	4.6
未覆盖	0~20	50.00	15.21		2.99	4.63	49.80	4.6
	20~40	34.12	17.86		1.78	1.26	40.70	4.5
对照	0~20	43.40			2.86	1.66	39.93	4.6
	20~40	28.95			1.51	0.88	34.70	4.7

注：表中所列数据均为同一处理3次重复的平均值。

4.4. 毛竹林分各土层有机质含量的多重比较

不管是土层 0~20 cm，还是 20~40 cm 的毛竹林，覆盖的与未覆盖的和对照林的有机质含量进行多重比较，其差异均达到极显著水平。也就是说，覆盖的毛竹林各土层的有机质含量均比未覆盖的和对照林的有机质含量增加 31.34%~68.43% (见表 7)。

从表 8、表 9 可知，无论土层 0~20 cm 的，还是土层 20~40 cm 的毛竹林，覆盖的与未覆盖的有机质含量(增加 31.34%~42.82%)差异达到极显著水平，覆盖的与对照的有机质含量(增加 51.31%~68.32%)差异也达到极显著水平；毛竹林未覆盖与对照林的有机质含量无明显差异。

4.5. 5 种林分类型的土壤含水量比较

从毛竹林覆盖、毛竹林未覆盖、毛竹对照林、阔叶杂木林、杉木林 5 种不同林分类型的 0~20 cm、20~40 cm 两个土壤层次取样，室内进行土壤质量含水量测定分析和方差分析，分析结果见表 10、表 11、表 12。

从表 10 可知，5 种不同林分 0~20 cm 土层的土壤质量含水量，毛竹林覆盖的与未覆盖的和对照的相比、杂木林与毛竹林未覆盖的和对照林相比、杉木林与毛竹林未覆盖的和对照林相比，其差异均达到极显著水平。

从表 11 可知，5 种不同林分 20~40 cm 土层的土壤质量含水量，毛竹林覆盖与未覆盖的和对照的相比、阔叶杂木林与毛竹林未覆盖的和对照林相比、杉木林与毛竹林未覆盖的和对照林相比，其差异均达到极显著水平。

从表 12 可知，各土层 5 种不同林分土壤含水量呈现出阔叶杂木林 > 毛竹林覆盖 ≥ 杉木林 > 毛竹林未覆盖 > 对照林，同一林分类型随着土层深度的增加，土壤含水量呈现减少趋势。阔叶杂木林的土壤含水量最大，对照林的土壤含水量最小，毛竹林覆盖的土壤含水量略优于杉木林。阔叶杂木林郁闭度大，凋落物多，林下植被覆盖率高，有利于土壤保水，土层的土壤含水高，对水分的容蓄能力大，较杉木林大，阔叶杂木林的土壤含水量比对照的、未覆盖的、杉木林、覆盖的分别提高 28.48%、25.25%、8.37%、4.09%。毛竹林覆盖林分，在毛竹林下有枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木草以及试验时覆盖的稻草和竹糠，利于土壤水分保持，土层的土壤含水量与杉木林相近或略优于杉木林，毛竹林覆盖的土壤含水量比对照的、未覆盖的、杉木林分别提高 23.44%、20.33%、4.12%。杉木林的土壤含水量比对照的、未覆盖的、分别提高 18.56%、15.58%。

Table 8. Multiple comparison of organic matter content in soil layer 0 - 20 cm (LSD)**表8.** 土层0~20 cm层次有机质含量多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	15.6667**	5.8459	0.037	1.362	29.971	13.006	37.340
	对照林	22.2667**	5.8459	0.009	7.962	36.571	9.594	43.940
未覆盖	对照林	6.6000	5.8459	0.302	7.704	20.904	15.073	28.273

注: *为均值差的显著性水平 0.05, **为均值差的极显著性水平 0.01。

Table 9. Multiple comparison of organic matter content in soil layer 20 - 40 cm (LSD)**表9.** 土层20~40 cm层次有机质含量多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	14.5667**	2.7608	0.002	1.362	29.971	13.331	24.802
	对照林	19.7667**	2.7608	0.000	7.962	36.571	9.531	30.002
未覆盖	对照林	5.2000	2.7608	0.109	5.704	20.904	7.436	15.436

注: *为均值差的显著性水平 0.05, **为均值差的极显著性水平 0.01。

Table 10. Multiple comparison of soil average water content in soil layer 0 - 20 cm (LSD)**表10.** 0~20 cm 土层土壤平均含水量多重比较(LSD)

林分类型	与他相比	均值差	标准误	显著性	99%置信区间	
					下限	上限
杂木林	对照	101.57**	17.805	0.000	45.139	157.994
	未覆盖	92.40**	17.805	0.000	35.972	148.828
	杉木	35.37	17.805	0.075	36.061	91.794
	覆盖	18.00	17.805	0.336	38.428	74.428
竹林覆盖	对照	83.57**	17.805	0.002	27.139	139.994
	未覆盖	74.40**	17.805	0.001	17.972	130.828
杉木林	杉木	17.37	17.805	0.352	39.061	73.794
	对照	66.20**	17.805	0.004	9.772	122.628
竹林未覆盖	未覆盖	57.03**	17.805	0.009	18.606	113.461
	对照	9.17	17.805	0.618	47.261	65.594

注: **为均值差的极显著性水平 0.01。

Table 11. Multiple comparison of soil average water content in soil layer 20 - 40 cm (LSD)**表11.** 20~40 cm 土层土壤平均含水量多重比较(LSD)

林分类型	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间	
					下限	上限
杂木林	对照	54.37*	22.3203	0.035	4.634	104.099
	未覆盖	53.10*	22.3203	0.039	3.367	102.833
	杉木	6.47	22.3203	0.778	7.199	43.266
	覆盖	6.60	22.3203	0.676	9.333	40.133
竹林覆盖	对照	63.97*	22.3203	0.017	14.234	113.699
	未覆盖	62.70*	22.3203	0.019	12.967	112.433
杉木林	杉木	3.13	22.3203	0.891	6.599	52.866
	对照	60.83*	22.3203	0.021	11.101	110.566
竹林未覆盖	未覆盖	59.57*	22.3203	0.024	9.834	109.299
	对照	1.27	22.3203	0.956	8.466	50.999

注: *为均值差的显著性水平 0.05。

Table 12. Comparison of the increase of soil water content and water content in soil layers of 5 kinds of forest structural types**表 12.** 5 种林分类型各土层土壤平均含水量及含水量提高的比较

林分类型	土壤层次 (cm)	平均含水量(g/kg)		土壤平均含水量提高(%)			
		试验前	试验后	比对照	比未覆盖	比杉木	比覆盖
杂木林	0~20	454.9	458.3	28.48	25.25	8.37	4.09
	20~40	384.7	378.2	16.80	16.33		
竹林覆盖	0~20	363.2	440.3	23.44	20.33	4.12	
	20~40	342.0	387.7	19.73	19.26		
杉木林	0~20	420.8	422.9	18.56	15.58		
	20~40	386.2	384.6	18.78	18.30		
竹林未覆盖	0~20	358.2	365.9	2.58			
	20~40	340.8	325.1	0.41			
对照林	0~20	358.4	356.7				
	20~40	324.2	323.8				

注：表中所列数据均为同一处理 3 次重复的平均值。

4.6.3 种不同毛竹林总立竹量、新竹量、胸径、竹高的比较

立竹量、新竹量是毛竹林生长量的重要指标，胸径和竹高是毛竹生长质量指标，对毛竹的 3 种不同林分类型的新竹量测定，并计算各林分立竹量、新竹量、胸径和竹高的平均值，进行方差分析和多重比较，其结果见表 13~17。

从表 13、表 14 可知，覆盖对不同竹林的总立竹量、新竹量的多重比较是：覆盖的与未覆盖的相比无明显差异；覆盖的与对照的相比，未覆盖的与对照的相比，其差异均达到极显著。

从表 15、表 16 可知，覆盖对不同竹林的胸径、竹高的多重比较是：覆盖的与未覆盖的相比无明显差异；覆盖的与对照的相比，未覆盖的与对照的相比，其差异均达到极显著。

从表 17 可以看出，立竹量、新竹量、胸径和竹高等生长指标均呈现毛竹林覆盖 > 毛竹林未覆盖 > 对照林；立竹量和新竹量：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加 52.41%、42.76%、98.11%、67.92%，胸径：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加 16.84%、13.68%，竹高：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增高 19.30%、17.54%。

5. 结论

1) 竹林覆盖对毛竹林地面覆盖率、立竹量、新竹量、胸径、竹高的影响效果极为明显，覆盖的竹林地面覆盖率比对照的提高 56.09%、而比未覆盖的也提高了 31.61%。在地面覆盖厚度 5.00 cm 左右，林下植被覆盖率 $\geq 95\%$ 的条件下，土壤含水量与杉木林相近或略优于杉木林，因此，这是与毛竹林生态经营模式有关，只要在毛竹林砍竹子时，留下竹枝叶和每年砍覆杂灌木杂草归还林地，就可以增加地面覆盖物的厚度，从而可以提高毛竹林的土壤含水量。

2) 不同林分土壤含水量表现出阔叶杂木林 > 毛竹林覆盖 \geq 杉木林 > 毛竹林未覆盖 > 对照林，同一林分类型随着土层深度的增加，土壤含水量呈现减少趋势。而毛竹林覆盖林分，在毛竹林下有枯枝落叶、每年砍覆的杂灌木杂草以及试验时覆盖的稻草和竹糠，地面覆盖厚度约 5.00 cm，利于土壤水分保持和涵养水源，土层的土壤含水量与杉木林相近或略优于杉木林，其土壤含水量比对照的、未覆盖的分别提高 23.44%、20.33%。

Table 13. Multiple comparison of total bamboo quantity in different *Phyllostachys pubescens* forests (LSD)**表 13.** 不同毛竹林处理总立竹量多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	14.00	5.033	0.032	14.68	26.32	16.44	32.66
	对照林	76.00**	5.033	0.000	63.68	88.32	57.37	94.66
未覆盖	对照林	62.00**	5.033	0.000	49.68	74.32	43.34	80.66

注: *为均值差的显著水平 0.05, **为均值差的极显著水平 0.01。

Table 14. Multiple comparison of new bamboo quantity in different *Phyllostachys pubescens* forests (LSD)**表 14.** 不同毛竹林处理新竹量多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	13.00*	4.967	0.040	10.85	25.15	15.41	31.41
	对照林	49.00**	4.967	0.000	36.85	61.15	30.59	67.41
未覆盖	对照林	36.00*	4.967	0.000	23.85	48.15	37.59	54.41

注: *为均值差的显著水平 0.05, **为均值差的极显著水平 0.01。

Table 15. Multiple comparison of DBH in different *Phyllostachys pubescens* forests (LSD)**表 15.** 不同毛竹林处理胸径多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	0.30	0.359	0.435	0.578	1.178	0.831	1.631
	对照林	1.60**	0.359	0.004	0.722	2.478	1.269	2.931
未覆盖	对照林	1.30**	0.359	0.011	0.422	2.178	1.031	2.631

注: *为均值差的显著水平 0.05, **为均值差的极显著水平 0.01。

Table 16. Multiple comparison of bamboo height in different *Phyllostachys pubescens* forests (LSD)**表 16.** 不同毛竹林处理竹高多重比较(LSD)

竹林处理	与他相比	均值差	标准误	显著性	95%置信区间		99%置信区间	
					下限	上限	下限	上限
覆盖	未覆盖	0.20	0.510	0.708	1.048	1.448	1.690	2.090
	对照林	2.20**	0.510	0.005	0.952	3.448	1.310	4.090
未覆盖	对照林	2.00**	0.510	0.008	0.752	3.248	1.110	3.890

注: *为均值差的显著水平 0.05, **为均值差的极显著水平 0.01。

Table 17. Effects of the covered *Phyllostachys pubescens* forest on total bamboo quantity, new bamboo, DBH and bamboo height**表 17.** 毛竹林覆盖对总立竹量、新竹量、胸径、竹高的影响

竹林处理	立竹量(株/667 m ²)		每667 m ² 立竹量增加(%)			新竹量(株/667 m ²)	胸径(cm)	竹高(m)
	试验前	试验后	比对照	比试验前	比未覆盖			
覆盖	109	221	52.41	102.75	6.76	102	11.1	13.6
未覆盖	118	207	42.76	75.42		89	10.8	13.4
对照	92	145				53	9.5	11.4

注: 表中所有数据均为同一处理 3 次重复的平均值。

3) 竹林覆盖的各土层有机质含量均比未覆盖的和对照的有机质含量增加 31.34%~68.43%，有利增肥改土，防止竹林地力下降。

4) 竹林覆盖对毛竹立竹量、新竹量、胸径和竹高等生长量均呈现毛竹林覆盖 > 毛竹林未覆盖 > 对照林。立竹量和新竹量：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加 52.41%、42.76%、98.11%、67.92%，胸径：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增加 16.84%、13.68%，竹高：覆盖的和未覆盖的比对照的分别增高 19.30%、17.54%。

6. 讨论

1) 毛竹林覆盖生态经营模式只在兴安县华江乡牛塘冲村进行试验示范，能否适用于广西和全国的毛竹主产区有待作进一步研究。

2) 竹林覆盖对毛竹林增肥改土，提高土壤含水量作了一些初步的研究，但在毛竹主产区，覆盖物如何就地取材，增加覆盖，改良土壤，防止水土流失，改善竹林涵养水源的功能还需作进一步研究。

3) 尤其是在交通不便高海拔山区的毛竹林中，怎样就地取材，增加地面覆盖，以及毛竹林密度与林下灌木杂草植被量多少，才能提高地面覆盖率和土壤含水量之间的关系也需要作进一步研究。

基金项目

广西林业科技项目(桂林科学[2013]第 17 号); 桂林市科技攻关项目(20150115-3)。

参考文献 (References)

- [1] 彭九生, 黄小春, 程平, 等. 江西毛竹林土壤肥力变化规律初探[J]. 世界竹藤通讯, 2003, 1(4): 37-42.
- [2] 高志勤, 傅懋毅. 不同毛竹林土壤水分物理性质的特征比较[J]. 水土保持学报, 2008, 22(2): 162-165.
- [3] 赵永艳. 竹阔混交林土壤性状分析[J]. 南京林业大学学报, 2007, 31(1): 81-84.
- [4] 黄启堂, 陈爱玲. 不同毛竹林林地土壤理化性质特征比例[J]. 福建林业科技, 2006, 26(4): 299-302.
- [5] 王燕. 江西大岗山 3 种林型土壤水分物理性质研究[J]. 水土保持学报, 2008, 22(1): 151-173.
- [6] 郭亮, 周海平, 莫小锋, 等. 毛竹林免垦施肥技术试验[J]. 中国林副特产, 2017(4): 46-48.
- [7] 周海平, 郭亮, 莫小锋, 等. 毛竹林高产高效生态经营模式栽培技术[J]. 植物学研究, 2017, 6(3): 79-85.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5665, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: br@hanspub.org