

## 缓释肥及其施用方式对雷竹林肥料吸收利用的影响

田楠, 胡俊靖, 华锦欣, 雷亦晨, 蔡婷, 陈丽华, 何奇江

(杭州市林业和湿地科学研究院, 浙江 杭州 310022)

**摘要:** 对雷竹 *Phyllostachys violascens* ‘Prevernalis’ 林开展穴施缓释肥和沟施缓释肥实验, 以常规撒施复合肥为对照, 通过对雷竹林土壤养分、竹株 (包括地上茎、竹枝、竹叶、竹鞭和竹根) 生物量干质量和植物组织养分的分析, 研究缓释肥及其施用方式对雷竹林肥料吸收利用的影响。结果表明: 不同施肥处理下, 雷竹林土壤 pH 均有不同程度的降低, 其中以常规施肥处理下降最多, 达到 0.52 个 pH 单位; 土壤碱解氮、速效磷、速效钾的积累量由大到小均为常规施肥处理 > 穴施缓释肥处理 ≈ 沟施缓释肥处理, 常规施肥处理中土壤碱解氮、速效磷和速效钾积累较施肥前分别增加 26.40%、20.74% 和 3.98%; 竹株总生物量干质量为常规施肥 (985.37 g) < 穴施缓释肥 (1 276.49 g) ≈ 沟施缓释肥 (1 119.85 g); 竹株全氮、全磷、全钾含量表现为常规施肥 < 穴施缓释肥 ≈ 沟施缓释肥; 与常规施肥相比, 穴施和沟施缓释肥促进了竹株对氮、磷、钾元素的吸收; 综合肥料利用效果, 穴施和沟施缓释肥处理显著优于常规施肥, 穴施对雷竹地上部分养分吸收利用的促进作用最为显著, 沟施对雷竹地下部分养分吸收利用的促进作用最为显著。

**关键词:** 雷竹; 缓释肥; 施用方式; 土壤养分; 生物量; 肥料吸收利用

中图分类号: S795

文献标识码: A

文章编号: 1001-3776 (2024) 01-0042-06

## Effect of Slow Release Fertilizer and Application Method on the Absorption and Utilization of *Phyllostachys praecox* ‘Prevernalis’

TIAN Nan, HU Junjing, HUA Jinxin, LEI Yichen, CAI Ting, CHEN Lihua, HE Qijiang

(Hangzhou Academy of Forestry and Wetland Sciences, Hangzhou 310022, China)

**Abstract:** In *Phyllostachys praecox* ‘Prevernalis’ stand in Hangzhou, Zhejiang province, 9 standard plots were established. In November 2017 and November 2019, soil of 0-40cm were sampled for determination of physiochemical properties. In 2018, experiments were conducted on hole (HSF) and furrow (FSF) application of slow release fertilizer in stand with compound fertilizer as control (CK). In January 2019, 3 new bamboos of each plots were selected for detection of biomass. The results showed that under different treatments, soil pH decreased in each plot, especially in the control, about 0.52. The accumulation of soil available N, P, and K were as follows: CK > HSF ≈ FSF, and the accumulation of soil available N, P, and K in CK increased by 26.40%, 20.74%, and 3.98%. Dry biomass of bamboo had an opposite trend, CK (985.37 g) < HSF (1276.49 g) ≈ FSF (1119.85 g). The contents of N, P, and K, and the dry biomass of plants had the same trend as the dry biomass of plants, CK < HSF ≈ FSF. Compared with CK, HSF and FSF promoted the absorption of N, P, and K. The experiment demonstrated that HSF and FSF were significantly better than CK on the absorption and utilization of fertilizer, especially HSF had the most significant effect on the absorption and utilization of above ground part, and FSF had the most significant effect of underground part of *Ph. praecox* ‘Prevernalis’.

收稿日期: 2023-02-03; 修回日期: 2023-10-15

基金项目: 杭州市科技发展计划项目 (20180432B27); 中央财政林业科技推广示范资金项目 ([2023] TS07 号)

作者简介: 田楠, 工程师, 从事森林生态和经济林研究与推广; E-mail: 362588674@qq.com。通信作者: 胡俊靖, 工程师, 从事竹林培育研究和技术推广; E-mail: jujinghu@126.com。

**Key words:** *Phyllostachys praecox* 'Prevernalis'; slow release fertilizer; application method; soil nutrients; biomass; the absorption and utilization of fertilizer

雷竹 *Phyllostachys praecox* 'Prevernalis', 是我国特有的优良笋用竹种, 具有出笋早、产量高、笋质优、笋期长、笋味鲜、营养价值高的特点。同时, 因其生长适应性强、投资少、收益快等特点, 近年来得到大面积种植, 并通过覆盖、施肥等栽培措施, 实现雷竹笋高产丰产<sup>[1-3]</sup>。施肥是竹林丰产培育最重要的措施之一, 但在实际生产应用中, 竹农大都凭经验施肥, 施肥方法不当, 极易造成土壤酸化、养分利用率降低、养分供应不均衡、竹笋产量不稳定等问题<sup>[4-5]</sup>。

前人的研究多集中在雷竹林地覆盖经营、肥料优化选择方面<sup>[3,6-8]</sup>, 对穴施和沟施等根区施肥方法的研究较少, 多集中在农作物上, 如玉米 *Zea mays*、水稻 *Oryza sativa* 等<sup>[9-10]</sup>; 对雷竹林中缓释肥的施用方法研究鲜见报道<sup>[11]</sup>。本文以杭州市余杭区新造第 4 年雷竹林为试验地, 通过选用丰产效果好、对氮、磷、钾的农学利用率高且使用广泛的缓释肥<sup>[5,12-13]</sup>作为实验肥料, 采用穴施、沟施的方式, 并与常规撒施复合肥的方式进行对比试验来评价施肥效果, 以期优化竹林施肥方式、提高肥料利用效果及竹笋品质和产量提供技术依据。

## 1 试验地概况和试验方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于浙江省杭州市余杭区余杭街道 (30°18'36" N, 119°53'23" E), 属北亚热带南缘季风气候区, 温暖湿润, 四季分明, 光照充足, 雨量充沛, 年均温为 16.2 °C,  $\geq 10$  °C 的平均年积温为 5 119 °C, 年降水量为 1 320 mm, 无霜期为 246 d。试验地面积约为 20 hm<sup>2</sup>, 海拔在 40 m 左右, 为新造雷竹林第 4 年, 目前已成林, 没有经过竹林覆盖经营。样地的平均立竹量为 1.92 万株·hm<sup>-2</sup>。1~3 年生雷竹平均胸径为 35.25 mm。施肥前土壤碱解氮平均含量为 102.18 mg·kg<sup>-1</sup>, 速效磷平均含量为 72.37 mg·kg<sup>-1</sup>, 有效钾平均含量为 375.67 mg·kg<sup>-1</sup>。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 在试验地内设立雷竹标准地 9 块, 共设置 3 个处理, T1—新竹穴施缓释肥、T2—对照常规施肥、T3—开沟施缓释肥, 每块样地面积均为 100 m<sup>2</sup>。T1 和 T3 处理分别施缓释肥 1 605 kg·hm<sup>-2</sup>, 施肥时间 2018 年 6 月。T2 处理施复合肥 3 375 kg·hm<sup>-2</sup>, 于 2018 年 3 月、6 月和 9 月分 3 次施入, 施肥比例为 1 : 2 : 1。

缓释肥为杭州临安益微配方肥料有限公司生产的玉米淀粉袋控缓释肥, 玉米淀粉袋规格为 10 cm × 10 cm, 每袋 200 g, 含尿素 150 g、过磷酸钙 20 g、硫酸钾镁 30 g。复合肥生产厂家为中国-阿拉伯化肥有限公司, N : P : K 配比为 26 : 10 : 15。T1 处理, 在新竹去鞭方向距离竹兜 30 cm 处挖穴, 施入缓释肥后盖土; T2 处理, 在样地内均匀撒施复合肥; T3 处理, 每隔 2.5 m 挖一条深 20 cm 的浅沟, 沟内肥料袋间隔 0.5 m 左右, 施入后盖土。

1.2.2 土壤化学性质测定 分别于 2017 年 11 月和 2019 年 11 月在样地内随机选取竹子 3 株, 并采集竹株周边 4 个方位 0~40 cm 土层土壤混合样品, 样品风干后测定 pH 及氮、磷、钾含量, 分析施肥前后土壤化学性质的变化。土壤理化性质均按照《土壤农化分析》<sup>[14]</sup>方法测定。土壤 pH 采用 pH 计[m(土) : m(水) = 1 : 2.5]电位法测定; 碱解氮含量采用碱解扩散法测定; 有效磷含量采用 Olsen 法测定; 速效钾含量采用乙酸铵浸提—火焰光度法测定。

1.2.3 生物量测定 2019 年 11 月, 在每个处理样地内选取新竹标准竹 3 株, 将样竹在秆基处锯断, 将地上部分茎、竹枝和竹叶分离后装入塑封袋。以秆基为中心, 按每竹占地面积向下挖 60 cm, 挖取竹鞭和竹根, 洗清泥沙后分别装袋带回实验室。地上茎、竹枝、竹叶、竹鞭和竹根等取全部样品, 将不同部位的样品用植物粉碎机粉碎、混匀。于烘箱内 105 °C 烘干至恒质量, 冷却后称取干质量。

1.2.4 植物组织养分测定 植物样品烘干后用浓硫酸-过氧化氢消煮, 消煮液定容后, 待测液中全氮、全磷、全钾含量分别采用蒸馏滴定法、钼锑抗比色法和火焰光度计法测定。

### 1.3 数据处理

实验数据采用 Excel 2010 和 SPSS 22.0 统计软件中进行数据整理、图表制作及差异性分析。

2 结果与分析

2.1 缓释肥及其施用方式对雷竹林土壤养分的影响

不同施肥处理对雷竹林土壤 pH 和碱解氮、速效磷及速效钾含量的影响见表 1。

表 1 不同施肥处理对雷竹林土壤 pH 和碱解氮、速效磷及速效钾含量的影响  
Tab.1 Effect of different fertilization treatments on soil pH, content of alkali-hydrolyzable N, available P and K

处理	pH		碱解氮/( mg·kg <sup>-1</sup> )		速效磷/( mg·kg <sup>-1</sup> )		速效钾/( mg·kg <sup>-1</sup> )	
	施肥前	施肥后	施肥前	施肥后	施肥前	施肥后	施肥前	施肥后
T1	5.28±0.13a	5.10±0.32a	100.38±6.2a	101.62±12.78b	73.75±10.64a	76.59±11.28ab	356.33±31.51a	352.67±36.46a
T2	5.30±0.37a	4.78±0.13a	104.13±13.5a	131.62±7.7a	70.63±7.15a	85.28±4.95a	376.67±22.66a	391.67±42.08a
T3	5.29±0.14a	5.08±0.18a	102.04±8.79a	106.62±10.04ab	72.84±9.01a	72.32±4.79b	394.00±21.18a	413.00±36.51a

注：同一列不同小写字母表示不同处理间存在显著差异（*P*<0.05），下同。

由表 1 可知，不同施肥处理对雷竹林土壤 pH 有一定的影响，施肥后相较施肥前均有不同程度的降低，但不同处理的土壤 pH 无显著差异。其中 T2 处理土壤 pH 降幅最大，达到 0.52 个 pH 单位。上述结果表明，穴施缓释肥、常规施肥和沟施缓释肥均对土壤造成不同程度酸化，尤其以常规施肥最甚。

施肥后土壤中碱解氮含量均有不同程度的增加，分别较施肥前增加了 1.25%、26.40%和 4.49%，其中 T2 处理土壤碱解氮含量显著高于 T1 处理（*P*<0.05），但与 T3 处理之间差异不显著。上述结果表明，相较于其他两种施肥方式，常规施肥更易导致土壤碱解氮的积累，而穴施缓释肥后土壤碱解氮含量与施肥前基本持平，可见穴施对土壤碱解氮含量影响最小。

与施肥前相比，T1 和 T2 处理土壤速效磷含量分别增加了 3.85%和 20.74%，而 T3 处理则下降了 0.71%。同时，T2 与 T3 处理土壤速效磷含量呈显著差异（*P*<0.05）。上述结果表明，常规施肥比穴施缓释肥和沟施缓释肥更易导致土壤速效磷的积累，而沟施缓释肥后土壤速效磷含量与施肥前基本持平，可见沟施对土壤速效磷含量影响最小。

各处理施肥前土壤速效钾含量无显著差异。与施肥前相比，T2 和 T3 处理土壤速效钾含量分别增加了 3.98%和 4.82%，而 T1 处理土壤速效钾含量则下降了 1.03%。上述结果表明，常规施肥和沟施缓释肥较易导致土壤速效钾的积累，但三种施肥方式对土壤速效钾含量的影响均较小。

2.2 缓释肥及其施用方式对雷竹生物量干质量的影响

不同缓释肥施用方式下雷竹生物量干质量情况见表 2。

表 2 不同施肥处理对雷竹生物量干质量的影响  
Tab.2 Effect of different fertilization treatments on dry biomass of *Ph. praecox* 'Prevernalis'

处理	叶干质量/g	枝干质量/g	地上茎干质量/g	鞭干质量/g	根干质量/g	总干质量/g
T1	145.04±6.15a	157.66±9.07a	845.09±98.84a	35.69±4.17b	93.01±4.53b	1 276.49±113.02a
T2	113.92±9.55b	117.36±12.78b	628.56±26.79b	42.08±2.09b	83.45±7.85b	985.37±54.07b
T3	135.71±10.67ab	138.65±8.82ab	659.60±37.86b	65.47±6.09a	120.42±8.07a	1 119.85±50.37ab

由表 2 可见，T2 处理雷竹的叶干质量、枝干质量和地上茎干质量均低于 T1 和 T3 处理，并与 T1 处理的差异达显著水平（*P*<0.05）。T3 处理雷竹的鞭干质量和根干质量均高于 T1 和 T2 处理，并达显著性差异水平（*P*<0.05）。T1 处理生物量总干质量最高，分别较 T2 和 T3 处理高 29.54%和 13.99%，其中 T1 处理生物量干质量显著高于 T2 处理生物量干质量，但与 T3 处理生物量干质量之间差异不显著。

以上结果表明，雷竹不同部位生物量分配比率为地上茎> 竹枝> 竹叶，表明地上茎是构成竹林地上部分生物量的主要部分。不同施肥方式中对雷竹地上部分生物量影响最为明显的是穴施缓释肥，且效果显著优于常规

施肥 ( $P<0.05$ ) ; 而沟施缓释肥对雷竹地下部分生物量影响最明显, 且效果显著。总体而言, 穴施缓释肥的方式明显提高了整株雷竹生物量总干质量的积累, 且效果明显优于常规施肥。

### 2.3 缓释肥及其施用方式对雷竹新竹植物组织养分的影响

#### 2.3.1 对各植物组织全氮含量的影响

从图 1 可以看出, 竹叶全氮含量由高到低为 T1 处理 > T3 处理 > T2 处理, 其中, T1 处理竹叶全氮含量显著高于 T2 和 T3 处理的, 且 T3 处理竹叶全氮含量显著高于 T2 处理的 ( $P<0.05$ ), T2 处理竹叶全氮含量分别比 T1 和 T3 处理的低 29.98% 和 17.56%; 竹枝全氮含量由高到低为 T1 处理 > T3 处理 > T2 处理, 其中, T2 处理竹枝全氮含量最低, 且显著低于 T1 的 ( $P<0.05$ ), 与 T3 处理差异不显著, T2 处理竹枝全氮含量分别比 T1 和 T3 处理的低 40.35% 和 8.90%; 地上茎全氮含量由高到低为 T1 处理 > T3 处理 > T2 处理, 其中, T2 处理地上茎全氮含量最低, 显著低于 T1 处理的含量 ( $P<0.05$ ), 但与 T3 处理差异不显著; 竹鞭全氮含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 其中 T3 处理竹鞭全氮含量显著高于 T1 和 T2 处理的 ( $P<0.05$ ), 而 T1 处理竹鞭全氮含量显著高于 T2 的, T2 处理竹鞭全氮含量分别比 T1 和 T3 处理低 24.03% 和 37.43%; 竹根全氮含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, T3 处理竹根全氮含量显著高于 T1 和 T2 处理的含量 ( $P<0.05$ ), 而 T1 处理竹根全氮含量显著高于 T2 处理 ( $P<0.05$ ), T2 处理竹根全氮含量分别比 T1 和 T3 处理低 33.31% 和 42.55%。

2.3.2 对各植物组织全磷含量的影响 从图 2 可以看出, 竹叶全磷含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 其中, T2 处理竹叶全磷含量最低, 显著低于 T1 和 T3 处理竹叶全磷含量 ( $P<0.05$ ), T1 和 T3 处理竹叶全磷含量无显著差异; 竹枝全磷含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 但各处理竹枝全磷含量间均未形成显著性差异; 地上茎全磷含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 其中, T2 处理地上茎全磷含量显著低于 T3 处理 ( $P<0.05$ ), 与 T1 处理差异不显著, 分别比 T1 和 T3 处理低 19.67% 和 45.68%; 竹鞭全磷含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, T3 处理竹鞭全磷含量显著高于 T1 和 T2 处理的 ( $P<0.05$ ), 而 T1 竹鞭全磷含量显著高于 T2 处理 ( $P<0.05$ ), T2 处理全磷含量分别比 T1 和 T3 竹鞭全磷含量低 24.45% 和 38.37%; 竹根全磷含量由高到低为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 其中, T3 处理竹根全磷含量显著高于 T1 和 T2 处理 ( $P<0.05$ ), 而 T1 处理竹根全磷含量显著高于 T2 处理 ( $P<0.05$ ), T2 处理竹根全磷含量分别比 T1 和 T3 处理低 21.22% 和 38.25%。

2.3.3 对各植物组织全钾含量的影响 由图 3 可见, 竹叶全钾含量由高到低为 T1 处理 > T3 处理 > T2 处理, 其中, T2 处理竹叶全钾含量最低, 显著低于 T1 和 T3 处理竹叶全钾含量 ( $P<0.05$ ), 分别比 T1 和 T3 处理竹叶全钾含量低 22.32% 和 21.25%, T1 和 T3 处理竹叶全钾含量之间无显著差异; 竹枝和地上茎全钾含量由高到低均为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, 但各处理间均未形成显著性差异; 竹鞭全钾含量由高到低为 T1 处理 > T3 处理

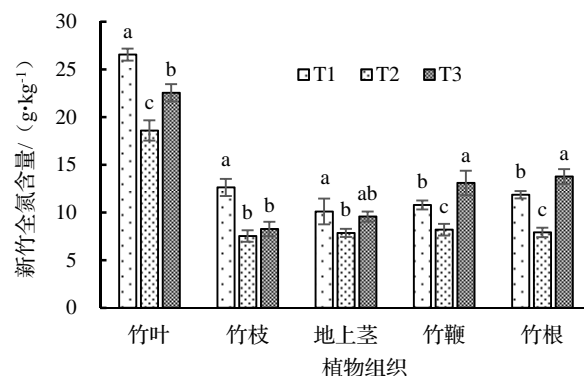


图 1 不同施肥处理对雷竹新竹植物组织全氮含量的影响

Fig. 1 Effect of different fertilization treatments on total nitrogen content of *Ph. praecox* 'Prevernalis'

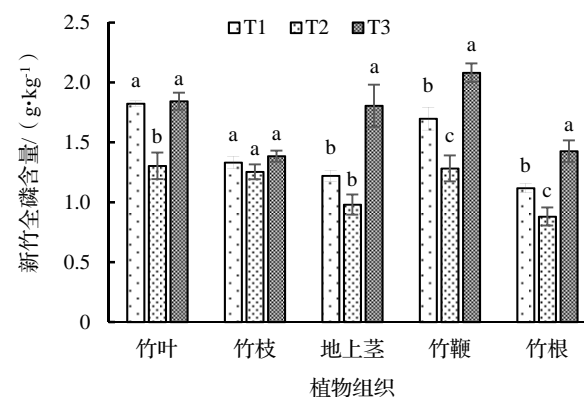


图 2 不同施肥处理对雷竹新竹植物组织全磷含量的影响

Fig. 2 Effects of different fertilization treatments on total phosphorus content of *Ph. praecox* 'Prevernalis'

> T2 处理, 其中, T2 处理竹鞭全钾含量分别比 T1 和 T3 处理竹鞭全钾含量低 22.68% 和 0.70%, 但各处理间均未形成显著性差异; 竹根全钾含量由高到低均为 T3 处理 > T1 处理 > T2 处理, T2 处理竹根全钾含量分别比 T1 和 T3 处理竹根全钾含量低 14.43% 和 22.31%, 且与 T1 和 T3 处理竹根全钾含量均形成显著性差异 ( $P < 0.05$ ), T1 和 T3 之间无显著差异。

以上结果表明, 缓释肥不同施用方式对雷竹新竹各部位植物组织养分影响较大。穴施缓释肥使得雷竹地上部分(叶、枝、茎)的全氮含量明显高于采用常规施肥和沟施缓释肥, 其中常规施肥效果最差。而地上各部分全磷含量最高的施肥方式则是采用沟施缓释肥的方式, 并且在竹叶和地上茎中的含量显著高于常规施肥的处理竹叶和地上茎中的含量。地上各部分全钾含量最低的处理均为常规施肥, 并在竹叶表现出显著偏低的情况。总体看来, 穴施缓释肥对雷竹新竹地上部分各部位植物组织氮、磷、钾的吸收具有明显的促进作用, 沟施缓释肥次之。

沟施缓释肥的雷竹地下鞭根全氮含量显著高于采用穴施缓释肥和常规施肥, 其中常规施肥效果最差。鞭根全磷含量最高的处理仍是采用沟施缓释肥的方式, 且显著高于其他施肥处理。鞭根全钾含量最低的处理均为常规施肥, 并在竹根中表现出显著偏低的情况。总体看来, 沟施缓释肥对雷竹新竹地下部分植物组织氮磷钾的吸收具有明显的促进作用, 穴施缓释肥次之, 常规施肥效果最差。

### 3 讨论和结论

本研究结果表明, 不同施肥处理下雷竹林土壤 pH 均有不同程度的降低, 其中以常规施肥处理下降最大; 雷竹林土壤碱解氮、速效磷、速效钾含量增加, 增加程度大致为: 常规施肥处理 > 穴施缓释肥处理 ≈ 沟施缓释肥处理, 而竹株全氮、全磷、全钾含量却大体呈现相反趋势, 表现为常规施肥 < 穴施缓释肥 ≈ 沟施缓释肥。穴施和沟施缓释肥促进了竹株对土壤中氮、磷、钾元素从土壤中的吸收利用, 常规施肥采用撒施的方式, 肥料停留在土壤表层, 易随降雨流失和挥发, 不利于根系吸收利用, 肥料的利用效果不好; 相对于常规撒施, 穴施和沟施能使鞭根与肥料充分接触, 从而使土壤中更多的养分被鞭根储存下来, 同时增加了雷竹鞭根的生物量和总生物量, 这与李志坚<sup>[15]</sup>对毛竹 *Ph. edulis* 的研究结果一致。

从肥料吸收利用效果来看, 穴施和沟施缓释肥处理显著优于常规施肥, 其中穴施效果更明显, 沟施对雷竹地下部分生长促进作用最为显著。选择合理的施肥方式不仅能够显著提高肥料的利用效率<sup>[16]</sup>、充分发挥肥料的增产效果, 还能够减少因无法被竹林吸收和固定的养分向外流失的情况, 有效防止施用肥料带来的环境问题<sup>[17-18]</sup>, 具有良好的经济效益和环境效益。

### 参考文献

- [1] 林发鑫. 几种不同施肥方式对雷竹产量的影响研究[J]. 林业调查规划, 2021, 46(01): 135-138.
- [2] 肖飞. 三种肥料对雷竹低产林的增产效果分析[J]. 福建林业, 2016(06): 38-41.
- [3] 翟婉璐, 杨传宝, 张小平, 等. 林地覆盖经营对雷竹生物量及土壤肥力的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(04): 1147-1155.
- [4] 李瑜婷, 周甜甜, 吴林家, 等. 雷竹林施肥效应研究综述与展望[C]. 中国林学会, 浙江省林业厅. 第十三届中国竹业学术大会论文集. 2017: 659-664.
- [5] 钟意. 袋控缓释肥氮素释放特性及其在雷竹林的应用效果研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2018.

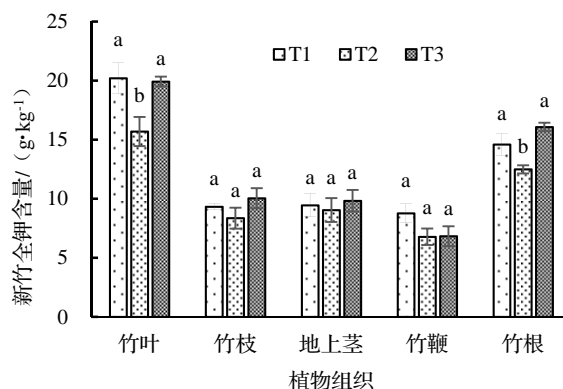


图3 不同施肥处理对雷竹新竹植物组织全钾含量的影响

Fig. 3 Effect of different fertilization treatments on total potassium content of *Ph. praecox* 'Prevernalis'

- [6] 吴家森, 吴夏华, 叶飞. 雷竹林营养成分分配与积累[J]. 竹子研究汇刊, 2005 (01): 29-31.
- [7] 潘登科, 王琴, 陈超, 等. 三峡库区雷竹丰产林培育技术措施[J]. 南方农业, 2015, 9 (33): 35-36.
- [8] 陈闻, 吴家森, 姜培坤, 等. 不同施肥对雷竹林土壤肥力及肥料利用率的影响[J]. 土壤学报, 2011, 48 (05): 1021-1028.
- [9] 姜超强, 王火焰, 卢殿君, 等. 一次性根区穴施尿素提高夏玉米产量和养分吸收利用效率[J]. 农业工程学报, 2018, 34 (12): 146-153.
- [10] 刘晓伟, 王火焰, 朱德进, 等. 氮肥施用方式对水稻产量以及氮、磷、钾养分吸收利用的影响[J]. 南京农业大学学报, 2017, 40 (2): 203-210.
- [11] 胡俊靖, 何奇江, 华锦欣, 等. 缓释肥及其施用方式对雷竹光合特性的影响[J]. 竹子学报, 2021, 40 (1): 38-43.
- [12] 胡昱彦. 袋控释肥对雷竹林生态及环境的影响研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2019.
- [13] 陈召月, 段巍巍, 王贵彦, 等. 缓释肥施用方式对夏玉米群体生长和产量的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49 (5): 92-96.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 33-166.
- [15] 李志坚. 不同施肥方法对毛竹出笋成竹及生长量的影响[J]. 绿色科技, 2017 (15): 92-94.
- [16] 王火焰, 周健民. 根区施肥——提高肥料养分利用率和减少面源污染的关键和必需措施[J]. 土壤, 2013, 45 (5): 785-790.
- [17] 张磊, 宋航, 陈小琴, 等. 穴施条件下肥料养分在土壤中迁移规律的初步研究[J]. 土壤, 2020, 52 (6): 1145-1151.
- [18] 胡昱彦, 庄舜尧, 郭益昌, 等. 不同施肥模式对雷竹林氮磷流失的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 33 (03): 51-57.

\*\*\*\*\*

## 《浙江林业科技》2024 年继续征订

《浙江林业科技》杂志为国内外公开发行的综合性林业科技期刊，是“中文科技核心期刊”，被《中国科技论文统计源期刊》《中国科技期刊全文数据库》《中国学术期刊综合评价数据库》《日本科技技术振兴机构数据库》等收录。

《浙江林业科技》主要报道国内外有关育苗、造林、森林经营、森林保护、森林生态、林产加工、林业经济、林业机械及森林多种效益经营与开发等方面的研究新成果、新技术、新经验、新动向及新信息。主要栏目有：研究报告、研究简报、实用技术、综述专论、林业信息等，适合于广大从事林业生产、科研、设计、经营、教学和管理等各类人员阅读参考。

1972 年创刊, 双月刊, 国内外公开发行, 国际标准大 16 开; 国内定价 10.00 元/册, 全年 60 元。国内刊号: CN 33-1112/S, 国际刊号: ISSN 1001-3776。

需订阅者请直接与本编辑部联系。订费由银行信汇至浙江省林业科学研究院。

开户银行：农行杭州留下支行      户名：浙江省林业科学研究院

账号: 19020201040003063      地址: 杭州市留下 留和路 399 号 浙江省林业科学研究院

邮编: 310023                      电话: 0571-87798221

E-mail: zjlykj@163.com      投稿网址: <http://zjlykj.paperopen.com/>