

文章编号:1001-7380(2016)06-0034-04

施肥对毛竹鞭笋产量和地下竹鞭生长的影响

余水生¹,毛海波²,朱文强²

(1. 浙江九龙山国家级自然保护区管理局,浙江 遂昌 323300; 2. 浙江省遂昌县林业局 浙江 遂昌 323300)

摘要:通过4 a对毛竹林(*Phyllostachys pubescens*)实施施肥与不施肥的试验,分析施肥对地下竹鞭生长和鞭笋产量的影响。结果表明:施肥鞭笋产量增加28.9%,鞭笋支数增加27.9%,达到极显著差异;施肥鞭笋单支重量变化很小,仅增加0.7%;施肥地下竹鞭的总长度、竹鞭粗度、竹鞭节间长度均略有增长;施肥毛竹林竹鞭分布在土层中鞭段数所占的比例:0<H≤10 cm和11 cm<H≤20 cm分别增加153.11%和11.09%,21 cm<H≤30 cm减少19.95%,31 cm<H≤40 cm和H>40 cm分别增加4.54%和7.56%。可见,施肥对鞭笋产量的提高效果显著,对竹鞭的生长影响不大。但是,连续施肥会导致分布在土层中的竹林幼鞭向上靠地表生长,对竹林经济产量不利,影响笋的孕育和萌发。因此,建议对连续施肥的林地,应及时采取埋鞭措施,确保毛竹林的正常生长。

关键词:毛竹;施肥;生长;鞭笋;地下竹鞭

中图分类号:S795 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.06.008

毛竹(*Phyllostachys pubescens*)林施肥是促进发笋、壮竹、提高竹林产量的重要措施^[1],早在20世纪50年代就有人开始研究^[2-3],对出笋数、笋产量、新竹胸径、全竹高等指标均已有了全面的研究^[4-7],还有施肥对毛竹林叶片营养的影响也有过研究^[8],而研究竹鞭生长的涉及甚少,只有在鞭笋产量这部分开展了研究^[9-11],对生笋长竹的竹鞭生长的影响,目前尚未见报道。由于竹林地下系统受损,势必会造成竹笋减产,竹林衰败,为此,本研究试图调查施肥与不施肥的毛竹鞭笋数量、单个笋体的重量及地下竹鞭生长、分布,分析施肥对地下竹鞭生长的影响,为毛竹林的高产丰产可持续经营提供科学的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验点位于浙江西南部地区的遂昌县,地理坐标为28°35′—28°37′N,119°13′—119°15′E。属中亚热带季风气候,温暖湿润,四季分明,年平均气温为17.1℃,最高气温为40.1℃,最低气温为-9.7℃,年降水量为1 212.5 mm,大于10℃年积温5 273.3℃,无霜期223 d,相对湿度79%。现有毛竹林面积2万hm²,

平均立竹密度为2 385株/hm²,平均胸径10.5 cm,竹林年龄结构比例1,2,3度(含3度以上)立竹株数比为43:30:27。林地土壤属山地红壤,pH值5.3—6.0,土壤全氮质量分数为2.30 g/kg,全磷质量分数为0.26 g/kg,速效钾质量分数为2.85 mg/kg,有机质质量分数为21.40 g/kg,土层深度在60 cm以上。

1.2 试验材料与设计

1.2.1 试验肥料 从山东宏信肥料有限公司生产的新一代绿色、高效、环保、廉价型肥料中选择能改良土壤、提高农作物根系活力、增强农作物光合作用能力的黄腐酸钾型豆粕有机肥(氮-五氧化二磷-氧化钾质量分数≥4%,有机质≥50%,黄腐酸钾≥18%及有许多微量元素),施肥用量1 000 kg/(hm²·a)^[12]。施肥方法:采用株穴施方法,即在距竹秆基部30 cm处的坡上方开深15 cm左右的半月形沟,施入肥料并随之覆土。

1.2.2 试验用地 在县城周边、交通便利的妙高街道叶坦村、东门村和三仁畲族乡坑口村、好川村和大柘镇北山村,每村选择具有代表性的农户1户,共5户竹农经营的大小年明显,双数为春笋小年的笋竹两用毛竹纯林。试验样地基本情况见表1。

收稿日期:2016-08-29;修回日期:2016-09-19

基金项目:国家科技富民强县项目“毛竹促成冬春笋多发技术示范与推广”(2012-03)

作者简介:余水生(1974-),男,浙江遂昌人,工程师。主要从事自然资源保护和研究工作。E-mail:schhc@sina.com。

表 1 试验样地基本情况

序号	地点	竹林面积/hm ²	海拔/m	坡位	坡度/°	坡向	平均胸径/cm	平均高/cm	立竹/(株/hm ²)	I 度/%	II 度/%	III 度/%
1	北山	0.3	430	全	28	东南	11.1	1 350	2 600	43	39	18
2	东门	0.3	330	中	33	东南	10.5	1 300	2 800	42	33	25
3	际上	4.5	550	上	8	南	10.9	1 250	2 700	53	33	14
4	叶坞	0.3	420	下	15	北	12.2	1 400	2 800	51	32	17
5	叶坦	1.5	310	中	25	西南	11.3	1 300	2 600	50	32	18

1.2.3 试验设计 在每户的毛竹林地中设施肥(A)与不施肥(常规经营作对照)2种处理,2个20 m×20 m方形的固定样地,每个处理间保留 10 m 作为隔离带,5户农户共 10 个样地,每年 5 月施肥,试验实施 4 a。

1.3 数据采集

样地鞭笋:采集 2012 年和 2014 年 2 个鞭笋大年的数据,即每个样地中采挖的鞭笋支数,产量由农户如实记录。

地下竹鞭:2014 年 10 月,在每户施肥与不施肥的样地中心区域,各随机选取 1 个 1 m×2 m 的长方形小样方,要求所选小样方的中间应有 1 株胸径在 8—10 cm 的立竹,尽量避免有老竹茆的地方^[13]。每 10 cm 为 1 层,挖至没有竹鞭为止。分别清点每层的鞭段数量,并用测树用的钢围尺逐条量测竹鞭鞭径,用长 300 cm 的钢卷尺量测竹鞭节间距和竹鞭鞭段长度。

1.4 数据处理方法

应用 Microsoft Excel 2003 软件分别对施肥与不施肥的鞭笋产量、支数和单个笋体重量、地下竹鞭

的变化进行成对二样本 *t* 值分析。

2 结果与分析

2.1 施肥对毛竹鞭笋生长的影响

为研究毛竹林施肥后,其鞭笋生长的变化,将每个试验样地(400 m²)中 2 个鞭笋大年(2012, 2014 年)每年采挖的毛竹鞭笋产量、支数和单个笋体的重量,进行分别汇总,取均值后用成对二样本 *t* 值分析,结果如表 2。

由表 2 可见:鞭笋产量施肥后为 145.4 kg,不施肥 112.8 kg,增加 28.9%,*t* 值 9.729 4 > *t*_{0.01}(2.821 4),达到极显著差异;鞭笋单支重量施肥后为 165.37 g,不施肥 164.14 g,增加 0.7%,*t* 值 0.647 < *t*_{0.05}(1.833 1),没有达到显著差异;鞭笋支数施肥后为 878.9 支,不施肥 687.0 支,增加 27.9%,*t* 值 18.965 6 > *t*_{0.01}(2.821 4),达到极显著差异。这说明毛竹林地施肥对增加鞭笋支数效果显著,鞭笋增粗,单个笋体的重量增加效果不显著。

表 2 施肥对毛竹林鞭笋生长的影响

处理	产量/400 m ²			重量/支			支数/400 m ²		
	均值/kg	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	均值/g	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	均值/支	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
施肥	145.40±4.45	9.729 4	<0.01	165.37±3.40	0.604 7	0.28	878.90±22.03	18.965 6	<0.01
不施肥	112.80±6.59			164.14±5.60			687.00±22.12		

t 为检验统计值,*p* 为置信值,*t*_{0.01} = 2.821 4, *t*_{0.05} = 1.833 1

2.2 施肥对竹鞭生长的影响

现将连续施肥 4 a 后,2 种处理 5 个重复,共 10

个调查点 20 m²样方中地下的竹鞭调查数据,进行汇总分析,见表 3。

表 3 施肥对竹鞭生长的影响

分析因子	处理	均值	相对值/%	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>t</i> _{0.05}
总长度	施肥	1 264.40±190.74	1 02.75			
	不施肥	1 230.60±186.16	100	1.352 7	0.123 8	2.131 8
鞭径	施肥	3.06±0.26	104.79			
	不施肥	2.92±0.46	100	0.470 3	0.331 3	2.131 8
节间距	施肥	5.42±0.53	101.88			
	不施肥	5.32±0.40	100	0.659 4	0.272 8	2.131 8

由表 3 可见:地下竹鞭总长度,施肥的 1 264.40 cm>不施肥的 1 230.60 cm。说明施肥比不施肥之间的竹鞭总鞭长增加 33.80 cm,经检验: t 值 $1.352\ 7 < t_{0.05}(2.131\ 8)$,说明不同处理间地下竹鞭总鞭长度虽然有增加,但尚达不到显著差异。究其原因:可能是由于气候、土壤、地形、生物等这些生态因子对毛竹起着综合的影响^[14]。所以,施肥仅起着保证竹鞭上的侧芽萌发、芽顶端分生组织细胞分裂形成新细胞,新细胞又分裂分化和伸长加大正常生长的营养供给作用,因此,施肥虽能带来竹鞭总长度增加,但效果不明显。

竹鞭鞭径:施肥后竹鞭鞭径平均为 3.06 cm,比不施肥的 2.92 cm,增加 0.14 cm。从检验结果看, t 值 $0.470\ 3 < t_{0.05}(2.131\ 8)$ 。由此得知,施肥与不施肥之间的竹鞭鞭径虽然增加 0.14 cm,但没有达到显著差异。究其原因:其一,施肥虽能增加竹鞭伸长加大正常生长的营养供给,但对竹鞭鞭径的增粗作用有限;其二,可能与竹鞭鞭径自身的特点有关,据周建夷等对竹鞭鞭径的调查,发现竹鞭鞭径粗度在 2.37—2.62 cm 之间^[15],所以,人为的干扰,对竹鞭鞭径的粗度影响也同样有限。

竹鞭节间长度:施肥与不施肥之间的节间长度虽然也增加了 0.10 cm,但经检验,结果 t 值 $0.659\ 4 < t_{0.05}(2.131\ 8)$,处理间差异不显著。这说明施肥没有对竹鞭节间长度生长造成显著影响。从表 3 中

施肥与不施肥之间的竹鞭鞭径增加 0.14 cm 看,与竹鞭节间长度增长的数量相近,这与毛达民等研究的竹鞭节间长度生长与鞭茎粗生长习性基本一致^[16]结论相符。所以,施肥不会对竹鞭节间长度生长不利,反之还会促使节间长度略有增长。

2.3 施肥对竹鞭在土壤中分布的影响

从表 2 的数据分析结果看,施肥后鞭笋支数与不施肥的存在极显著差异,支数明显增多。为查找原因,现将 2014 年 10 月(试验进行的第 4 a)对采用施肥与不施肥 2 种处理 5 个重复,共 10 个小样方中调查的平均竹鞭(鞭段数所占比例)在土层中的分布数据,进行汇总分析,结果见表 4。

从表 4 中可以看出,通过连续 4 a 施肥,毛竹林竹鞭在土层中(鞭段数所占比例)的分布情况,施肥与不施肥之间分布在 $31\text{ cm} < H \leq 40\text{ cm}$ 和 $H > 40\text{ cm}$ 的基本上没有变化,变化从分布在 $21\text{ cm} < H \leq 30\text{ cm}$ 时开始,竹鞭鞭段比例数,在 $21\text{ cm} < H \leq 30\text{ cm}$ 时,施肥比不施肥的减少了 19.95%,在 $11\text{ cm} < H \leq 20\text{ cm}$ 和 $0 < H \leq 10\text{ cm}$ 时却分别增加了 11.09% 和 153.11%。由此可见,分布在 $21\text{ cm} < H \leq 30\text{ cm}$ 的竹林幼鞭有 19.95% 向地表靠近,这与杨明等专家研究的竹鞭生长具有趋肥性的特点^[18]相一致,究其原因,施肥不仅可为主鞭提供充足的养分,确保支鞭萌发正常生长,还会导致竹林上层土壤水肥条件明显好于下层土壤。

表 4 不同处理竹鞭鞭段数在土层中的分布比例

比例	0<H≤10 cm		11 cm<H≤20 cm		21 cm<H≤30 cm		31 cm<H≤40 cm		H>40 cm	
	施肥	不施肥	施肥	不施肥	施肥	不施肥	施肥	不施肥	施肥	不施肥
均值/%	5.29±0.04	2.09±0.09	33.36±0.05	30.03±0.03	27.16±0.13	33.93±0.07	28.79±0.05	28.66±0.10	5.40±0.08	5.02±0.7
相对值/%	253.11	100	111.09	100	-119.95	100	104.54	100	107.56	100

由于施肥后导致了竹林幼鞭向上靠近地表生长,这些竹鞭鞭笋可能长出地面或产生土壤表面裂缝而被挖除(挖掘鞭笋既不能象挖冬笋一样追鞭寻找,也不能象挖春笋那样待鞭笋全部出土露头时将其挖除,竹农习惯的挖掘方法是通过寻找土层表面裂缝来挖掉浮在表层的鞭笋,而长在土层中的鞭笋是不会被挖除的),致使施肥与不施肥所采挖的鞭笋支数增多、产量增加。

3 结论与讨论

毛竹林地施放适量的肥料,对地下竹鞭的总长度、竹鞭粗度、竹鞭节间长度均略有促进,且对鞭笋

产量的提高效果十分显著。鞭笋产量的增加,不是鞭笋直径增粗,单个笋体的重量增加,而是竹鞭生长所具有的趋肥性,导致分布在土层中的竹幼鞭生长走向靠近地表,这些竹鞭鞭笋长出地面或产生土壤表面裂缝后被挖除,产生鞭笋支数增多,产量增加的现象。

毛竹林地施肥,可提高单位面积鞭笋的产量,增加竹农经济收入。但是,施肥会导致分布在土层中的竹林幼鞭向上靠地表生长,这种状况对竹林经济产量并不利,影响笋的孕育和萌发。因此,建议对连续施肥的林地,应采取及时埋鞭措施,加深竹鞭在土层中的分布,使竹鞭主要分布在 20—40 cm^[19]。

参考文献:

- [1] 周建夷,祝钦史.三要素施肥与笋用毛竹林产量构成因子的相关分析[J].竹类研究,1988,7(3):21-28.
- [2] UEDA K.Studies on the physiology of bamboo with references to practical application[J]. Bulletin of the Kyoto University,1960(30):167.
- [3] 熊文愈,张献义.毛竹林丰产培育(施肥)试验[J].南林学报,1959,2(2):17-23.
- [4] 郭志坚,邹秀红,刘建斌,等.毛竹林施肥效果研究[J].林业科技开发,2005,19(6):32-34.
- [5] 洪顺山,胡炳堂,江业根.毛竹林施肥效应研究[J].林业科学研究,1992,5(4):372-378.
- [6] 陈建华,何正安,李定盈.毛竹施肥效果研究[J].竹子研究汇刊,2000,19(2):30-35.
- [7] 郭晓敏,陈广生,牛德奎,等.平衡施肥对毛竹笋产量的效应研究[J].江西农业大学学报,2003,25(1):48-53.
- [8] 郭晓敏,牛德奎,范方礼,等.平衡施肥毛竹林叶片营养与土壤肥力及产量的回归分析[J].林业科学,2007,43(增刊1):53-57.
- [9] 梁玖华,黄河,潘斌,等.叶面施肥对实生毛竹苗鞭笋生长与萌发的影响[J].经济林研究,2004,22(4):47-49.
- [10] 周早弘.毛竹鞭笋开发技术探究[J].湖南农业科学,2008(2):53-54.
- [11] 迟莹莹,鲁小珍,陈永江.北亚热带毛竹鞭笋高产培育研究[J].江苏林业科技,2011,38(2):4-6.
- [12] 马金德,陆媛媛,朱文强,等.黄腐酸钾型豆粕有机肥对毛竹林增产效应研究[J].世界竹藤通讯,2012,10(1):23-25.
- [13] 汪奎宏,何奇江,翁甫金,等.毛竹笋用丰产林地下鞭根系统调查分析[J].竹子研究汇刊,2000,19(1):38-43.
- [14] 汪奎宏,黄伯惠.中国毛竹[M].杭州:浙江科学技术出版社,1996.4.
- [15] 毛达民,陆媛媛,郑林水,等.鞭笋挖掘后毛竹竹鞭的生长规律[J].浙江农林大学学报,2011,28(5):833-836.
- [16] 周建夷,胡超宗,杨廉颇.笋用毛竹丰产林地下竹鞭的调查[J].竹子研究汇刊,1985,4(1):57-64.
- [17] 杨明,艾文胜,孟勇,等.毛竹林覆盖技术研究[J].湖南林业科技,2012,39(5):39-42.
- [18] 王波,汪奎宏,李琴,等.地面覆盖对毛竹生长影响的初步研究[J].世界竹藤通讯,2012,10(1):20-22.
- [19] systematic relationships[J]. University Kansas Science Bulletin, 1958, 28:1409-1438.
- [22] CHA R S, THILLY W, G. Specificity, efficiency and fidelity of PCR[M]// DIEFFENBACH C W, DVEKALER G S. PCR primer: a laboratory manual. New York: Cold Spring Harbor Press,1995:37-52.
- [23] HE Q, MARJAMAKI M, SOINI H, et al. Primers are decisive for sensitivity of PCR[J]. BioTechniques, 1994,17(1):82-87.
- [24] STUDER B, JENAEN L B, FIIL A, et al. "Blind" mapping of genic DNA sequence polymorphisms in *Lolium perenne* L. by high resolution melting curve analysis[J]. Molecular Breeding, 2009, 24(2):191-199.
- [25] ELLIS J R, BURKE J M. EST-SSRs as a resource for population genetic analyses[J]. Heredity, 2007, 99(2):125-132.
- [26] HE X D, ZHENG J W, SERAPIGLIA M, et al. Development, characterization and cross-amplification of eight EST-derived microsatellites in *Salix* [J]. Silvae Genetica. 2014, 63(3):113-115.
- [27] BERLIN S, TRYBUSH S O, FOGELQVIST J, et al. Genetic diversity, population structure and phenotypic variation in European *Salix viminalis* L. (Salicaceae) [J]. Tree Genetics & Genomes, 2014, 10(6):1595-1610.
- [28] POTTS B M, POTTS W C, CAUVIN B. Inbreeding and inter-specific hybridization in *Eucalyptus gunnii* [J]. Silvae Genetica, 1987, 36(5-6):194-199.
- [11] 何建文,韩世玉.基于SSR不同距离聚类与抽样方法构建辣椒核心种质库[J].西南农业学报,2015,28(5):2199-2204.
- [12] 石磊,王萍,杨静,等.籽用西瓜种质资源SSR分析及初级核心种质库构建[J].西北植物学报,2016,36(6):1125-1134.
- [13] 李丽,何伟明,马连平,等.用EST-SSR分子标记技术构建大白菜核心种质及指纹图谱库[J].基因组学与应用生物学,2009,28(1):76-88.
- [14] 袁海涛,董玉芝,王肇延.用最小距离逐步取样法构建野核桃核心种质[J].浙江农业科学,2012(7):972-974.
- [15] 吴子龙.山葡萄种质遗传多样性的SSR分析及核心种质初步构建[D].哈尔滨:东北林业大学,2007.
- [16] 倪茂磊.美洲黑杨遗传多样性分析及核心种质库构建[D].南京:南京林业大学,2011.
- [17] 郑纪伟,孙冲,周洁,等.柳树DNA提取改良方法研究[J].江苏林业科技,2014,41(6):4-6,58.
- [18] 郑纪伟.柳树转录组高通量测序及SSR标记开发研究[D].南京:南京林业大学,2013.
- [19] 孙冲.柳树EST-SSR标记多态性确认及其应用研究[D].南京:南京林业大学,2015.
- [20] SIBLY R M, MEADE A, BOXALL N, et al. The structure of interrupted human AC micro-satellites[J]. Molecular Biology Evolution, 2003, 20(3):453-459.
- [21] SOKAL R R, MICHENER C D. A statistical method for evaluating

(上接第11页)