

郑定华,袁淑娜,陈俊明,等. 橡胶林下间作广金钱草的生长及产量[J]. 江苏农业科学,2017,45(18):141-144.

doi:10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2017. 18. 035

橡胶林下间作广金钱草的生长及产量

郑定华,袁淑娜,陈俊明,黄坚雄,潘 剑,李 娟,周立军

(中国热带农业科学院橡胶研究所/农业部儋州热带作物科学观测实验站,海南儋州 571737)

摘要:为初步了解广金钱草在橡胶林下的间作发展潜力,以广金钱草的露地栽培为对照,对不同橡胶林下间作广金钱草的主要生长及产量进行比较研究。结果表明,除叶片长度和宽度相对稳定外,广金钱草的自然高、主茎长、分枝数、叶面积指数及单位面积地上部产量整体上表现为:露地栽培 CK > 全周期间作模式胶园间作 > 中幼林间作 > 传统成龄胶园间作;其中自然高、主茎长、分枝数两两间的正相关均达 0.01 水平显著,且三者分别与单位面积地上部产量、叶产量、茎产量间的正相关也均达到 0.01 水平显著。说明广金钱草虽可耐受较大的阴蔽但喜阳,光照不足会显著影响橡胶林下间作广金钱草的生长及产量,其在海南进行露地栽培较具潜力,也可作为全周期间作模式胶园的备选间作物。

关键词:广金钱草;橡胶林;间作;备选作物;光照;生长;产量

中图分类号: S725;S344.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)18-0141-04

橡胶林是我国种植面积最大的热带经济林,是热区林业经济收入的重要来源。长期以来,除幼龄胶园外,成龄胶园林下蕴含的大量土地资源没有得到有效利用。近年来,橡胶价格持续低迷,胶园效益低下,利用林下土地资源发展林下经济受到高度关注。进行林下间作是林下经济的首选,但目前成龄胶园林下可选的间作物太少,从而制约了成龄胶园间作的发展,筛选新的间作物及开发新的间作模式成为研究热点。林位夫等在宽窄行种植的基础上,通过选植直立疏朗型橡胶品种结合胶树株行距调整的方法,推出全周期间作模式胶园并进行多年的研究^[1],前期研究结果表明^[2],与传统的成龄胶园相比,全周期间作模式胶园在不显著减少橡胶株产的前

提下,可提高林下土地和光照资源的利用率,该模式为解决成龄胶园间作这一难题开辟了新的思路和模式。

广金钱草[*Desmodium styracifolium* (Osborne) Merr.]为豆科山蚂蝗属植物的干燥地上部分^[3],具清热祛湿、利尿通淋、排石的功效,用于尿路感染、泌尿系结石、胆囊结石、肾炎浮肿、黄疸型肝炎、小儿疮积、痈肿等症^[4]。其中,广东、广西是广金钱草种植面积较大的区域^[5];海南省较适合广金钱草的生长^[5-6],有栽培种及野生种分布^[5-8],有研究指出采自海南的广金钱草中夏佛塔苷的含量高于其他地区^[5]。橡胶林下发现有广金钱草^[5,9],也曾有报道在橡胶林^[10]及油茶林^[11]下间作广金钱草,但笔者并未发现其跟踪报道。本试验对不同橡胶林下间作广金钱草的主要生长及产量指标进行比较研究,并初步评价广金钱草在橡胶林下的间作发展潜力。

1 材料与方法

1.1 试验地概况与试验材料

试验地点位于中国热带农业科学院试验场三队(19°32'55"N,109°28'30"E),为典型的热带海洋季风气候区,年均温度 20.8~26.0℃,每年旱季、雨季较分明,雨季在 5—10 月,主要集中在 7—9 月,年降水量约 1 600 mm。

收稿日期:2017-02-16

基金项目:海南省自然科学基金(编号:20163139);中国热带农业科学院基本科研业务费专项(编号:1630022017018);现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-34-GW4)。

作者简介:郑定华(1981—),男,硕士,助理研究员,研究方向为橡胶林下间作及资源综合利用。Tel:(0898)23306692;E-mail:zheng810830428@163.com。

通信作者:周立军,博士,副研究员,硕士生导师,研究方向为橡胶林下间作及资源综合利用。

[3]孙红梅,李天来,李云飞. 不同贮藏温度下兰州百合种球淀粉代谢与萌发关系初探[J]. 园艺学报,2004,31(3):337-342.

[4]涂淑萍,穆 鼎,刘 春. 百合鳞茎低温解除休眠过程中的生理生化变化研究[J]. 江西农业大学学报,2005,27(3):404-407.

[5]曾小鲁. 实用生物学制片技术[M]. 北京:高等教育出版社,1989:75-84.

[6]李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:204-205.

[7]孟凡娟,庞洪影,王建中,等. NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫下两种刺槐叶肉细胞叶绿体超微结构[J]. 生态学报,2011,31(3):734-741.

[8]王晶英,敖 红,张 杰,等. 植物生理生化实验技术与原理

[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2003:72-74.

[9]刘 芳. 细叶百合鳞茎休眠解除过程的生物学分析[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2014.

[10]Sato A, Okubo H, Saitou K. Increase in the expression of an alpha-amylase gene and sugar accumulation induced during cold period reflects shoot elongation in hyacinth bulbs [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2006, 131(2): 185-191.

[11]马春莲. 低温解除百合鳞茎休眠过程中抑制性差减 cDNA 文库构建及 EST 分析[D]. 武汉:华中农业大学,2012:45-55.

[12]贺晓芳. 龙牙百合低温解除休眠中茎尖的显微和超微结构变化[D]. 南昌:南昌大学,2006:18-22.

广金钱草种苗在中国热带农业科学院橡胶研究所试验基地培育,所用种子购自广西玉林,为广西大宗栽培种。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验于 2016 年 3—9 月在中国热带农业科学院试验场三队基地进行,共设 8 个处理:处理 1,广金钱草的露地栽培,试验地平均日照时长约 10.7 h/d(7 份,下同),记为 CK;处理 2,传统成龄橡胶林林下间作广金钱草,橡胶树品种 7-20-59,树龄 14 年,胶树株行距 3 m×7 m,试验期间树叶丰茂遮蔽,林下极少直射光,基本为散射光,阴蔽度约 85%,在 7 m 宽行中间 4 m 宽的行带中进行间作,记为成龄胶园;处理 3,橡胶中幼林林下间作广金钱草,橡胶树品种 7-33-97,树龄 6 年,橡胶树株行距 3 m×7 m,林下平均日照直射时长约 2.0 h/d,其余为散射光,在 7 m 宽行中间 4 m 宽的行带中进行间作,记为中幼林;全周期间作模式胶园间作广金钱草(处理 4~处理 8),橡胶树品种 7-20-59,树龄 14 年,胶树大行距 20 m,小行距 4 m,株距 2 m,间作区在大行中间 13 m 宽的行间进行,为便于比较分析,分别在距离橡胶树东 4 m、东 7 m、宽行中间位置(距两边橡胶树均为 10 m)和距离西边橡胶树西 7 m、西 4 m 处分别设 5 个观测位点(作为处理 4~处理 8),分别记为 E1 点、E2 点、M 点、W2 点、W1 点(图 1),各点平均日照直射时长分别约为 2.2、3.4、3.9、3.8、2.0 h/d。

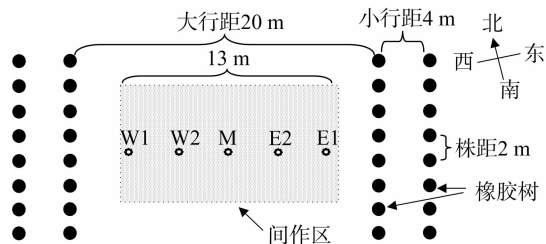


图1 全周期间作模式胶园间作广金钱草示意

1.2.2 广金钱草种植及间作管理 3月12日播种,4月14日定植。定植前试验地均翻耕 20 cm,均未施基肥、未起畦。用长出 5~7 张叶、大小均匀的广金钱草苗进行定植,株行距均为 30 cm×30 cm,植后适时浇水确保成活。各处理管理措施均一致。施肥均为 N、P、K(15%-15%-15%)复合肥,5月10日株间浅穴施 225 kg/hm²,6月20日雨后撒施 225 kg/hm²,7月13日雨后撒施 300 kg/hm²,其间共人工拔草 4 次。

1.2.3 观测项目及方法 8月底9月初各处理广金钱草生长均已基本稳定,进入初花期,测定主要生长及产量指标:(1)植株自然高。晴天下午,随机测 20 株广金钱草植株自然状态下的离地高度,全周期间作模式胶园以各观测位点为基点平行于橡胶树大行方向随机测 20 株。(2)主茎长。以植株最长的茎为准从根部量至最末端,随机测 20 株,全周期间作模式胶园以各观测位点为基点平行于胶树大行方向随机测 20 株。(3)分枝数。植株单株的分枝数,随机测 20 株,全周期间作模式胶园以各观测位点为基点平行于胶树大行方向随机测 20 株。(4)叶片长和宽。用游标卡尺量取植株分枝尾部倒 4 叶的叶片长、宽,随机测 20 张,全周期间作模式胶园以各观测位点为基点平行于胶树大行方向随机测 20 株。(5)

产量测定。9月3日,每小区以标准样框采集 1 m² 的广金钱草地上部分,全周期间作模式胶园以各观测位点为中心点采集 1 m²,平行胶树大行方向随机采集 3 次,分别将叶片(不含叶柄,下同)、茎(含叶柄,下同)摘离,烘干测定。(6)叶面积指数。用打孔称质量法^[12],从每小区所得的新鲜叶片中随机选 50 张完整叶片整齐叠好,用直径为 9.4 mm 的打孔器打孔 3 次得 150 个完整小圆片,烘干称质量,再与该小区叶片总干质量折算得到小区叶面积指数。

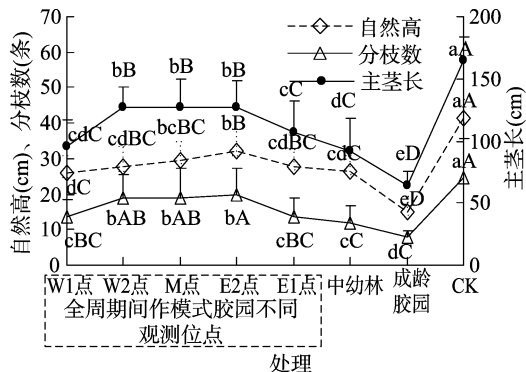
1.3 数据分析

数据分析用 Excel 2003 与 DPS 7.05,处理间多重比较用 Duncan's 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同处理广金钱草的自然高、主茎长及分枝数

由图 2 可知,自然高最高的为露地栽培 CK 的 41.25 cm,极显著高于其他处理,成龄胶园下间作的自然高仅为 15.15 cm,极显著低于其他处理;在全周期间作模式胶园中,5 个不同观测位点 W1、W2、M、E2、E1 的自然高分别为 25.78、27.60、29.45、31.98、27.73 cm,均值 28.51 cm,除 E2 与 W1 差异达极显著外,其他 3 个位点间差异不显著;中幼林下间作的自然高为 26.60 cm,介于成龄胶园和全周期间作模式胶园之间。



同一指标中不同小写字母表示处理间差异达5%显著水平;不同大写字母则表示差异达1%极显著水平。下同

图2 不同处理广金钱草的自然高、主茎长及分枝数

主茎最长的是露地栽培 CK(165.15 cm),最短的是成龄胶园(64.70 cm),两者与其他处理间的差异均达极显著水平。在全周期间作模式胶园中,5 个不同观测位点 W1、W2、M、E2、E1 下的主茎长分别为 96.15、127.55、127.05、126.70、106.48 cm,均值 116.79 cm,间作区中间 3 个位点间差异不显著,但均极显著长于间作区两边最接近橡胶树的 W1 及 E1 点;中幼林下间作的广金钱草主茎长 91.95 cm,介于成龄胶园和全周期间作模式胶园之间。

分枝数最多的为露地栽培 CK(24.45 条),显著或极显著高于其他处理;最少的为成龄胶园(7.80 条),显著或极显著少于其他处理;全周期间作模式胶园中 5 个观测位点 W1、W2、M、E2、E1 的分枝数分别为 13.50、18.90、18.75、19.75、13.65 条,均值 16.91 条,中间 3 个位点间分枝数差异不显著,但均显著高于间作区两边离橡胶树最近的 W1 及 E1 点;中幼林下间作的分枝数为 12.10 条,介于成龄胶园和全周期间作模式胶园之间。

虽然广金钱草的自然高、主茎长、分枝数在不同处理中的

表现不同,但整体上的差异情况较类似,即 3 个指标均表现为:CK > 全周期间作模式胶园 > 中幼林 > 成龄胶园,且在全周期间作模式胶园中的 5 个间作位点均表现为中间高两边低,即光照条件好的处理优于光照条件差的处理。

2.2 不同处理广金钱草叶片大小及叶面积指数

图 3 显示,露地栽培 CK、成龄胶园、中幼林下的叶片长分别为 46.21、44.58、47.93 mm;全周期间作模式胶园间作区中 5 个观测位点 W1、W2、M、E2、E1 下的叶片长分别为 49.21、46.82、46.43、46.41、46.22 mm,均值 47.01 cm;方差分析结果表明,除了成龄胶园及 CK 处理的广金钱草叶片稍短外,其他 6 个间作处理的叶片长度差异均不显著。露地栽培 CK、成龄胶园和中幼林下的叶片长分别为 44.92、43.72、49.15 mm;全周期间模式胶园中 5 个观测位点 W1、W2、M、E2、E1 的叶片宽度分别为 48.80、46.88、46.05、46.26、46.88 mm,均值 46.97 mm;8 个处理下广金钱草的叶片宽度差异均不显著。

图 3 还显示,不同处理间叶面积指数差异较大,其中最大值、最小值分别为露地栽培 CK、成龄胶园处理,分别为 3.96、0.60,两者差异极显著。全周期间作模式胶园中 5 个观测位点 W1、W2、M、E2、E1 的叶面积指数分别为 1.95、3.32、3.32、3.54、2.71,均值 2.97,中间 3 个位点间差异不显著但均极显著高于间作区两边离橡胶树最近的 W1 和 E1 点,且 W1 点的也极显著低于 E1 点;中幼林下广金钱草的叶面积指数为 0.80,与成龄胶园下的差异不显著,但均极显著低于其他 6 个处理。

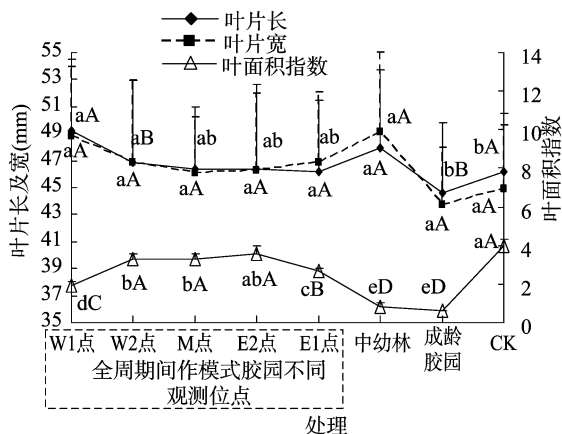


图3 不同处理广金钱草的叶片大小及叶面积指数比较

整体上看,广金钱草的叶片长、叶片宽表现为中等光照条件下的中幼林及全周期间作胶园下的叶片相对稍大(或长),露地栽培的次之,成龄胶园的最小,但处理间差异均较小;而叶面积指数则表现为 CK > 全周期间作模式胶园 > 中幼林 > 成龄胶园,处理间差异相对较大,基本表现为光照条件好的叶面积指数较高。

2.3 不同处理广金钱草地上部产量及其分配

图 4 显示,CK、中幼林、成龄胶园下的广金钱草单位面积叶片产量分别为 172.83、47.46、22.04 g/m²,茎产量分别为 316.87、52.15、11.14 g/m²,地上部产量分别为 489.70、99.61、33.17 g/m²;全周期间作模式胶园中 5 个观测位点 W1、W2、M、E2、E1 下的叶片产量分别为 61.56、101.07、104.86、103.54、87.96 g/m²,均值 91.80 g/m²,茎产量分别为

60.95、120.48、150.53、145.25、89.17 g/m²,均值 113.28 g/m²,地上部产量分别为 122.51、221.55、255.38、248.79、177.12 g/m²,均值 205.07 g/m²;方差分析结果表明,露地栽培 CK 的地上部产量均极显著高于其他 7 个处理,全周期间作模式胶园间作区中间 3 个观测位点 W2、M、E2 之间的差异不显著但均显著高于 E1 点并极显著高于 W1 点。中幼林间作广金钱草地上部分产量与全周期间作区 W1 点间的差异不显著,成龄胶园的产量则远远低于其他处理。

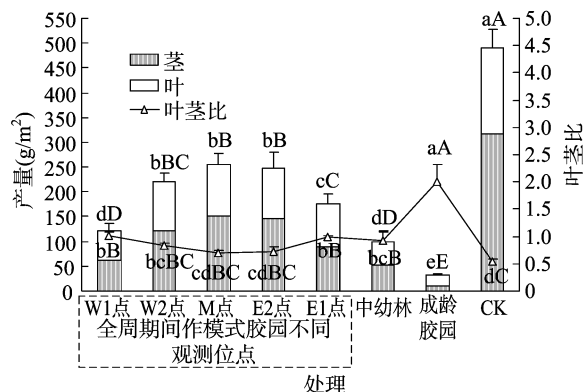


图4 不同处理广金钱草地上部产量及其分配比较

地上部产量分配结果(图 4)显示,叶茎比最高的为成龄胶园处理(2.00),极显著高于其他处理,其次为 W1 点(1.01)、E1 点(0.99)及中幼林(0.92),但这 3 个处理间差异不显著;全周期间作模式胶园间作区中间 3 个观测位点 W2、M、E2 的叶茎比分别为 0.84、0.72、0.70,处理间差异也不显著;露地栽培的叶茎比最低,仅为 0.54。

整体上看,不同处理广金钱草的叶片产量、茎产量及地上部产量均表现为 CK > 全周期间作模式胶园 > 中幼林 > 成龄胶园,处理间差异较大。若以露地栽培 CK 的地上部产量为 100%,则成龄胶园、中幼林和全周期间作模式胶园 5 个间作位点的地上部相对产量分别为 6.8%、20.3% 和 25%、45.2%、52.2%、50.8%、36.2%,林下间作的产量均大幅下降;叶茎比的表现与地上部产量相反:成龄胶园 > 中幼林、全周期间作模式胶园 > CK,呈现出“地上部产量越高,叶片占比越低”的趋势。

2.4 不同处理广金钱草生长及产量指标相关分析

由表 1 可知,分别与地上部产量、叶片产量、茎产量这 3 个产量指标相关系最高的生长指标均为主茎长,其次是分枝数,再次是自然高、叶面积指数,其中除茎产量-叶面积指数以外,相关性均达到 0.01 的显著正相关水平;地上部产量、叶片产量、茎产量间的相关性均达到 0.01 的显著水平;生长指标间的相关系数较高的依次为主茎长-分枝数 > 主茎长-自然高 > 自然高-分枝数,且均达到 0.01 的显著水平。

3 讨论与结论

林农混作中作物相互影响,除了争夺土壤肥力以外,主要是争夺光能^[13]。光能是胶园行间作物生长发育和产量形成的主要影响因素^[14]。在橡胶园间作系统中,尤其是传统的成龄胶园中,上层高大而阴蔽的橡胶树占据了光资源竞争的绝对优势。因此,间作物在橡胶林下的生长及产量可能受到显著影响。本研究结果表明,无论是自然高、主茎长、分枝数、

表 1 不同处理广金钱草生长与产量指标的相关系数

指标	相关系数							
	叶片宽	叶面积指数	叶产量	茎产量	地上部产量	主茎长	自然高	分枝数
叶片长	0.911 **	-0.062	-0.063	-0.114	-0.098	0.014	0.170	0.029
叶片宽		-0.185	-0.216	-0.298	-0.273	-0.128	0.043	-0.129
叶面积指数			0.916 **	0.823 *	0.858 **	0.922 **	0.810 *	0.931 **
叶产量				0.974 **	0.988 **	0.987 **	0.939 **	0.962 **
茎产量					0.997 **	0.955 **	0.928 **	0.932 **
地上部产量						0.971 **	0.937 **	0.947 **
主茎长							0.946 **	0.989 **
自然高								0.922 **

注：*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平显著相关。

叶面积指数还是单位面积产量,整体上均表现为露地栽培的最好,全周期间作模式胶园和中幼林的次之,传统成龄胶园下的最差,即表现为光照条件好的生长及产量均优于光照条件差的,这与黄守宏等对橡胶林下间作咖啡、胡椒、巴戟的调查结果^[15]一致,说明广金钱草虽可耐受较大的阴蔽但喜阳,林下间作广金钱草的生长及产量受光照不足的影响较大。不同处理下广金钱草的叶茎比虽然差异较大,但是叶片的长度、宽度差异较小,说明其是相对稳定的指标,用叶长、叶宽来拟合预测广金钱草的叶面积和群体叶面积^[16]是可行的。

目前,我国广金钱草的主产区在广东、广西,但有研究指出广金钱草的最适宜生长区集中在海南岛^[6]。本研究露地栽培、全周期间作模式胶园下广金钱草的主茎长、分枝数优于或接近于广东^[17]和广西^[18]的,CK 处理的产量水平也与广西的^[19]接近,且主茎长、分枝数与产量指标有较高的相关性,说明广金钱草在海南露地栽培及全周期间作模式胶园下间作有较好的生长及产量基础;合理施肥能够促进广金钱草的生长并提高产量^[17,19],而本研究中广金钱草的整个栽培管理过程均较为粗放,若合理施肥及加强管理,其产量应该有提升的空间;此外,笔者发现在试验区 9 月定植的广金钱草可保持植株全绿生长越冬,由此可见,若提前育苗,广金钱草在海南可在早春开始定植而采收期可延至年底,从而实现 1 年种 2 茬提高产量及效益。因此,广金钱草在海南进行露地栽培是较有潜力的,同时其在全周期间作模式胶园中仍然具有一定的发展潜力。

作为中药材,广金钱草在不同处理下的药效成分含量是否达标必须重视。逆境效应理论认为,环境胁迫可能有利于某些中药次生代谢产物的形成和积累^[20],假若林下间作广金钱草的药效成分因光照不足的逆境而得到提高,那么即使以降低产量换取药材质量的提高也是有意义的,因此全周期间作模式胶园下广金钱草的药效含量值得进一步研究。

综上,广金钱草虽可耐受较大的阴蔽但喜阳,光照不足会显著影响橡胶林下间作广金钱草的生长及产量,其在海南进行露地栽培较具潜力,也可作为全周期间作模式胶园的备选间作物。

参考文献:

[1]林位夫,曾宪海,谢贵水,等. 关于橡胶园间作的思考与实践[J]. 中国热带农业,2011(4):11-15.
[2]Zeng X H. Improving planting pattern for intercropping in the whole

production span of rubber tree[J]. African Journal of Biotechnology, 2012,11(34):8484-8490.
[3]国家药典委员会. 中国药典[M]. 北京:中国医药科技出版, 2015:44.
[4]刘 茁. 广金钱草的生物活性成分研究[D]. 沈阳:沈阳医科大学,2005:7.
[5]杨 全,李书渊,程轩轩. 广金钱草资源调查与药材质量评价[J]. 中国实验方剂学杂志,2013,19(3):147-151.
[6]李 丹,朱寿东,杨 全,等. 广金钱草分布和品质适宜性区划研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(3):64-71.
[7]杨春雨,甘炳春. 海南省广金钱草种子的繁育技术和质量标准[J]. 中国药业,2014,23(22):37-38.
[8]杨春雨,甘炳春,杨 仪. 海南省万宁及定安两地广金钱草种子调查[J]. 中国药业,2014,23(18):22-23.
[9]谢贵水,王纪坤,林位夫. 中国植胶区林下植物(海南篇)[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012:202.
[10]纪燕玲. 海垦林下经济覆盖全垦区[N]. 南国都市报,2010-07-05.
[11]孙 敏. 荔浦首个千亩油茶套种中药材示范基地启动[N]. 桂林日报,2012-05-04.
[12]陶洪斌,林 杉. 打孔称重法与复印称重法和长宽校正法测定水稻叶面积的方法比较[J]. 植物生理学通讯,2006,42(3):496-498.
[13]王汉杰. 混农林业生态系统内部的光能分布[J]. 生态学杂志, 1991,10(1):27-32.
[14]陈汉洲. 橡胶园五种生产模式生长效应的研究[J]. 华南热带农业大学学报,1996(2):1-9.
[15]黄守宏,黄守锋,符和坚,等. 橡胶园不同荫蔽环境下间作咖啡、胡椒、巴戟调查报告[J]. 热带作物研究,1988(4):12-15.
[16]陈超君,黄 敏,尹小红. 广金钱草叶面积测量方法的研究[J]. 作物杂志,2007(5):46-48.
[17]杨 全,唐晓敏,程轩轩,等. 氮磷钾配施对广金钱草生长和夏佛塔苷含量影响的研究[J]. 中国农学通报,2013,29(4):206-209.
[18]蒙爱东,董青松,覃柳燕. 基肥对中药材广金钱草植株生长的影响及效益分析[J]. 西南农业学报,2011,24(2):673-676.
[19]黄 敏. 施氮水平对广金钱草碳氮代谢及其活性成分含量和药材产量的影响[D]. 南宁:广西大学,2008.
[20]黄璐琦,郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志,2007,32(4):277-280.