

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.06.015

韦春强,潘玉梅,唐赛春,等. 入侵植物薇甘菊在广西的分布与危害[J]. 广西植物,2014,34(6):816—820

Wei CQ, Pan YM, Tang SC, et al. Distribution and damage of invasive plant *Mikania micrantha* in Guangxi[J]. *Guihaia*, 2014, 34(6): 816—820

# 入侵植物薇甘菊在广西的分布与危害

韦春强<sup>1</sup>, 潘玉梅<sup>1</sup>, 唐赛春<sup>1\*</sup>, 林春华<sup>1,2</sup>, 周超群<sup>1,2</sup>

(1. 广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西 桂林; 2. 广西师范大学, 广西 桂林 541004)

**摘要:** 通过普查的方式, 全面了解了薇甘菊在广西的分布、危害和防治状况。结果表明: 薇甘菊在广西主要分布在东南部的玉林市、陆川县、博白县、北流市和容县, 面积约 582.61 hm<sup>2</sup>, 并有向中部、南部地区, 甚至整个广西地区扩散的趋势; 薇甘菊在广西主要危害农田、果园、人工林、次生林等地方; 在防治方面, 目前广西主要采取人工和化学防治的方法防治薇甘菊, 生物防治技术尚未开始实施。针对薇甘菊在广西的实际状况, 应采取加强宣传力度, 及时调查监测, 选择人工、喷施化学药剂等适合的方法进行防除, 开展生物防治方面的研究等措施, 有效地控制薇甘菊的扩散和危害。

**关键词:** 薇甘菊; 分布; 危害; 广西

中图分类号: S451; Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2014)06-0816-05

## Distribution and damage of invasive plant *Mikania micrantha* in Guangxi

WEI Chun-Qiang<sup>1</sup>, PAN Yu-Mei<sup>1</sup>, TANG Sai-Chun<sup>1\*</sup>,LIN Chun-Hua<sup>1,2</sup>, ZHOU Chao-Qun<sup>1,2</sup>(1. *Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China*; 2. *Guangxi Normal University, Guilin 541004, China*)

**Abstract:** Distribution, invasive status and control of *Mikania micrantha* in Guangxi were understood based on field survey. The results showed that *M. micrantha* invaded about 582.61 hm<sup>2</sup> in Yulin, Luchuan, Bobai, Beiliu and Rongxian and continued spreading toward east, south and central Guangxi. The invasion of *M. micrantha* caused great damage to cultivated lands, orchards, forest plantations and secondary forest. At present, artificial control and chemical control were the main method, while biological control had not been implemented in Guangxi. According to the invasive status of *M. micrantha* in Guangxi, we should strengthen propaganda, duly investigate and monitor, choose suitable control method to prevent the spread and damage of *M. micrantha*.

**Key words:** *Mikania micrantha*; distribution; damage; Guangxi

薇甘菊 (*Mikania micrantha*) 是菊科 (Asteraceae) 假泽兰属 (*Mikania*) 攀缘草本植物, 原产于中、南美洲, 现已广泛分布于亚洲和大洋洲的热带地区 (Cock, 1982; Cronk et al., 1995)。该杂草生长异常迅速, 繁殖能力强, 传播速度飞快, 在国外称之为

Mile-a-minute weed (一分钟一英里杂草) (Waterhouse, 1994)。由于该草生长极其迅速, 可攀援缠绕其它乔灌木植物, 重压于冠层顶部, 阻碍附主植物的光合作用, 继而导致附主植物死亡, 因此有“植物杀手”的称号, 是世界上最具危害性的亚热带、热带

收稿日期: 2014-04-16 修回日期: 2014-06-15

基金项目: 国家自然科学基金(31260154); 广西植物研究所基本科研业务费(桂植业 12005)。

作者简介: 韦春强(1982-), 男(壮族), 广西宾阳人, 硕士, 从事外来入侵植物研究, (E-mail) weichun007@163.com。

\*通讯作者: 唐赛春, 博士, 研究员, 主要从事外来入侵植物研究, (E-mail) tangs@gxib.cn。

杂草之一 (Cock, 1982; Cronk *et al.*, 1995; IUCN, 2002)。1884 年在我国香港动植物园采到引种栽培的薇甘菊标本, 1919 年在香港歌赋山采到野生的薇甘菊标本, 现已在我国香港、台湾、广东、海南、云南等地区广泛分布 (杜凡等, 2006; 管启杰等, 2000)。

广西是我国生物多样性和物种资源最丰富的省区之一。有利的地理位置和气候环境, 频繁的对外贸易, 增加了外来物种入侵的风险。目前, 广西在与广东交界的部分地区已发现薇甘菊的入侵, 并有快速扩散的趋势。但到目前为止, 广西仍缺乏对薇甘菊全面的调查和相关的预防研究。因此, 在广西开展薇甘菊的全面调查, 对于掌握薇甘菊在广西的发展动态以及采取合理措施控制其蔓延具有重要的意义; 而采取适当的控制措施, 防止薇甘菊进一步扩散, 对于加强薇甘菊的管理具有重要作用, 同时也为其他入侵植物的控制提供范例。

## 1 调查方法

2011—2013 年, 每年的 10 月至次年的 2 月份, 以普查的方式, 在广西范围内开展全面的调查。以乡镇为单位进行调查, 重点调查铁路、公路两侧; 人为干扰严重的森林; 果园、桉树林及其它经济林; 养殖场附近; 河流及鱼塘周边; 城镇周边的垃圾场及荒地。记录薇甘菊分布的地点 (GPS 定位)、分布面积、危害程度、传播路径、蔓延趋势、入侵的主要生境

及受薇甘菊危害的本地植物等。根据薇甘菊在已入侵区域传播的方式和易入侵生境的特点, 结合广西各市县气候环境特点和交通运输情况, 预测其可能扩散的方向。

## 2 调查结果与分析

### 2.1 薇甘菊在广西的分布状况

通过调查发现, 目前, 在广西, 薇甘菊主要分布在东南部玉林市管辖的陆川县、博白县、北流市和容县等地 (图 1), 分布面积达 582.61  $\text{hm}^2$ , 其中陆川县 313.29  $\text{hm}^2$ , 占总面积的 53.78%, 博白县 232.12  $\text{hm}^2$ , 占总面积的 39.84% (表 1), 入侵的生境类型主要是林地和农用地 (表 2)。

广西最早证实有薇甘菊分布是在 2008 年, 当时是在陆川县铁路沿线发现的 (管启杰等, 2010)。随着近几年的不断调查, 越来越多的薇甘菊分布点被发现, 而且通过监测, 发现薇甘菊有向周边扩散的趋势。据调查, 广西目前仅在与广东交界的玉林市管辖的几个县市有薇甘菊的分布, 且与广东交接的乡镇薇甘菊危害尤为严重, 因此, 我们认为广西的薇甘菊可能是从广东方向传播过来, 传播方式主要是人为无意中携带种子进入广西境内传播。调查中发现, 薇甘菊主要分布在公路铁路沿线及周边的林地和农田、养殖场周边以及河流两岸等人为活动较为频繁的地方, 人为活动的频繁加快了薇甘菊的传播扩散。

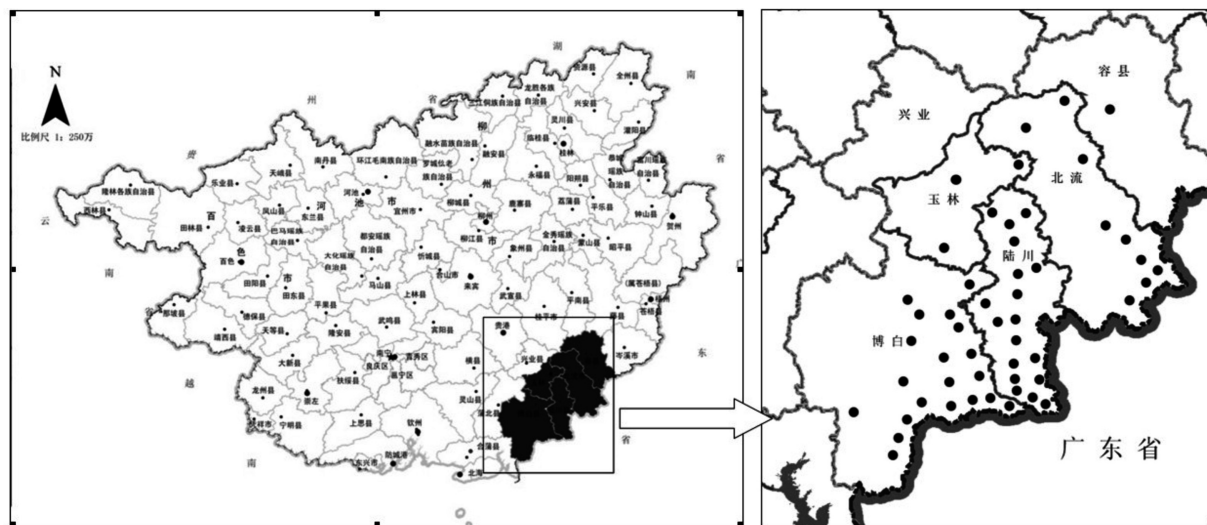


图 1 薇甘菊在广西的主要分布区和分布点

Fig. 1 Main distribution region and localities of *Mikania micrantha* in Guangxi

表 1 广西各地薇甘菊分布面积

Table 1 The distribution areas of *Mikania micrantha* in different cities of Guangxi

分布区 Distribution region	陆川县 Luchuan County	博白县 Bobai County	北流市 Beiliu City	容县 Rong County	玉林市 Yulin City	总计 Total
分布面积 Distribution area (hm <sup>2</sup> )	313.29	232.12	16.70	20.30	0.20	582.61
比例 Ratio (%)	53.78	39.84	2.87	3.48	0.03	100

表 2 广西不同立地类型薇甘菊分布面积

Table 2 Distribution areas of *Mikania micrantha* in different site types in Guangxi

立地类型 Site type	林地 Woodland	农用地 Farmland	住用地 Housing land	交通用地 Transportation land	其他 Other	总计 Total
分布面积 Distribution area (hm <sup>2</sup> )	424.88	140.61	11.19	2.96	2.97	582.61
比例 Ratio (%)	72.93	24.13	1.92	0.51	0.51	100

## 2.2 薇甘菊在广西的危害状况

目前,薇甘菊在广西已经造成了严重的经济损失。仅 2012 年玉林地区投入用于防治薇甘菊的费用在 200 万元以上,这仅是看得见的直接损失,其间接的经济损失更为巨大。薇甘菊攀上乔木和灌木后,能迅速形成覆盖层,使乔木和灌木因光合作用等受影响窒息而死,甚至可使成片树木枯萎死亡。此外,薇甘菊能分泌化感物质,可抑制周围本地植物的生长,在一定范围形成薇甘菊单优势群落,给生物多样性造成严重的损失。同时薇甘菊与经济作物竞争,降低土壤有效肥力,造成经济作物减产。

调查中发现,受薇甘菊危害的植物很广泛,薇甘菊发生区域中的植物均受到不同程度的危害,尤其对一些低矮植物和经济作物危害较为严重,如龙眼、荔枝、桉树、木薯、香蕉、剑麻、筋仔树、马樱丹、类芦等(表 3)。在记载的 58 种受薇甘菊危害的植物中,有 28 种受危害较严重,占总数的 48.3%。这 28 种受害较严重的植物中,草本和灌木占 82.1%,主要是灌草丛比较低矮,而且很多为阳生植物,被薇甘菊覆盖后,光合作用受到抑制,生长受到严重的影响,甚至导致成片的死亡。对于乔木层,薇甘菊可借助灌木层往上攀爬,逐渐扩大覆盖率,影响其光合作用,如不及时清除,几年后可造成乔木的死亡。

在广西,受薇甘菊危害较严重的地方是公路铁路周边的果园、桉树林、弃耕地及部分林场,这些地方由于受人干扰较严重,且水肥条件良好,薇甘菊容易入侵,并快速生长繁殖。一旦薇甘菊成功入侵,攀缘在小乔木和灌木上,逐渐形成覆盖层,使这些乔灌木长势受影响,继而出现枯枝而逐渐死亡。

## 2.3 薇甘菊在广西的防治状况

在广西发现薇甘菊后,每年都开展了大量工作,

并取得一定成效。在发现薇甘菊的地区,各市、县森防站每年都组织大量的人力进行人工拔除或喷施草甘膦等除草剂防治薇甘菊,阻止其扩散蔓延,并向民众发放薇甘菊宣传手册,积极宣传薇甘菊相关知识,倡导全民共同防治。同时林业厅每年都邀请相关专家对各林业部门、林场及各相关人员进行薇甘菊防控培训。目前在广西薇甘菊的防治方法主要有人工防治和化学防治,生物防治法尚未开展。

(1)人工防治:主要采取人工铲除、割除和拔除的方法,将薇甘菊的地上藤、叶及根清除出生长区,晒干焚烧,使其不能再造成危害。这种方法只适用于薇甘菊零星分布的地方,且应在果实成熟前进行。在薇甘菊大面积分布的地方,如采用这种方法,不仅耗费大量的人力物力,且很容易出现遗漏。

(2)化学防治:主要是通过喷洒除草剂来防治薇甘菊,这种方法收效快、使用方便,是目前广西治理薇甘菊广泛使用的一种方法。目前,在广西主要使用的除草剂有:草甘膦、草舒(10.8%滴酸·草甘膦)、林里光(41%草甘膦异丙胺盐水剂)、紫薇清(24%滴酸·二氯吡水剂)。使用草甘膦、草舒和林里光这三种除草剂防治薇甘菊,能杀死薇甘菊地上部分,但是对根部的效果较差,未能将其完全杀死,薇甘菊容易出现复发。使用紫薇清防治薇甘菊,均能杀死薇甘菊的地上和地下部分,且对禾本科杂草及其他灌木影响较小,薇甘菊被清除后,其他杂草继续生长并占据地盘,使薇甘菊难再形成入侵,达到长期防治的效果,因此,紫薇清逐步代替其他除草剂成为目前广西防治薇甘菊的主要除草剂。总体来说,使用化学方法防治薇甘菊,成效快,使用方便,但是容易造成环境污染,因此使用化学药剂时需特别注意,尽量减少其负面影响。

表 3 受薇甘菊危害的主要植物  
Table 3 Main native plants affected by *Mikania micrantha*

受害植物 Damaged plant	受害植物类型 Damaged plant type	受害植物 Damaged plant	受害植物类型 Damaged plant type
相思树 <i>Acacia</i> spp.	乔木 Tree	荔枝 <i>Litchi chinensis</i> *	乔木 Tree
剑麻 <i>Agave sisalana</i> *	草本 Herb	毛草龙 <i>Ludwigia octovalvis</i>	草本 Herb
胜红蓟 <i>Ageratum conyzoides</i> *	草本 Herb	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	藤本 Vin
海芋 <i>Alocasia macrorrhiza</i> *	草本 Herb	白背叶 <i>Mallotus apelta</i> *	灌木 Shrub
蛇葡萄 <i>Ampelopsis sinica</i>	藤本 Vin	毛桐 <i>M. barbatus</i> *	灌木 Shrub
五月艾 <i>Artemisia indica</i>	草本 Herb	木薯 <i>Manihot esculenta</i> *	灌木 Shrub
苎草 <i>Arthraxon hispidus</i>	草本 Herb	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	灌木 Shrub
竹子 <i>Bambusa</i> spp. *	草本 Herb	苦楝 <i>Melia azedarach</i>	乔木 Tree
红花羊蹄甲 <i>Bauhinia blakeana</i>	乔木 Tree	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	灌木 Shrub
白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	草本 Herb	箭仔树 <i>M. sepiaria</i> *	灌木 Shrub
苎麻 <i>Boehmeria nivea</i>	草本 Herb	五节芒 <i>Miscanthus floridulus</i> *	草本 Herb
木瓜 <i>Chaenomeles sinensis</i>	乔木 Tree	香蕉 <i>Musa nana</i> *	草本 Herb
大青 <i>Clerodendrum cyrtophyllum</i> *	灌木 Shrub	类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i> *	草本 Herb
薏苡 <i>Coix lacryma-jobi</i> *	草本 Herb	鸡失藤 <i>Paederia scandens</i>	藤本 Vin
小飞蓬 <i>Conyza canadensis</i> *	草本 Herb	马尾松 <i>Pinus massoniana</i> *	乔木 Tree
杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	乔木 Tree	火炭母 <i>Polygonum chinense</i> *	草本 Herb
芒萁 <i>Dicranopteris linearis</i>	草本 Herb	桃金娘 <i>Rhodomyrtus tomentosa</i> *	灌木 Shrub
龙眼 <i>Dimocarpus longan</i> *	乔木 Tree	盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	乔木 Tree
桉树 <i>Eucalyptus</i> spp. *	乔木 Tree	粗叶悬钩子 <i>R. alceaefolius</i>	藤本 Vine
飞机草 <i>Eupatorium odoratum</i> *	草本 Herb	千里光 <i>Senecio scandens</i>	草本 Herb
大叶榕 <i>F. altissima</i>	乔木 Tree	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	草本 Herb
小叶榕 <i>F. concinna</i>	乔木 Tree	水茄 <i>S. torvum</i> *	灌木 Shrub
对叶榕 <i>F. hispida</i> *	乔木 Tree	阔叶丰花草 <i>Spermacoce latifolia</i>	草本 Herb
五指毛桃 <i>F. simplicissima</i>	灌木 Shrub	金腰箭 <i>Synedrella nodiflora</i>	草本 Herb
革命菜 <i>Gynura crepidioides</i> *	草本 Herb	肿柄菊 <i>Tithonia diversifolia</i> *	灌木 Shrub
扶桑 <i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	灌木 Shrub	地桃花 <i>Urena lobata</i>	草本 Herb
箬竹 <i>Indocalamus tessellatus</i> *	草本 Herb	三裂螞蟥菊 <i>Wedelia trilobata</i>	草本 Herb
五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i> *	藤本 Vin	了哥王 <i>Wikstroemia indica</i>	灌木 Shrub
马樱丹 <i>Lantana camara</i> *	灌木 Shrub	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	草本 Herb

注: \* 号表示该植物受薇甘菊危害较严重

Note: Plants which marked with \* were damaged greatly by *Mikania micrantha*

### 3 讨论及建议

薇甘菊已广泛分布在我国 24° N 以南的地区, 并有继续向周边扩散的趋势(冯惠玲等, 2002; 周先叶等, 2003)。据预测, 广西除北部少部分地区外, 大部分地区属于薇甘菊的中度以上适生区, 其中广西南部属于薇甘菊的高度适生区(万方浩等, 2010; 张海娟等, 2011)。据调查发现, 广西在东南部已发现薇甘菊的分布, 并产生了严重危害, 随着人为活动的频繁, 薇甘菊的扩散速度也随之加快, 如不采取适当的措施, 薇甘菊势必会蔓延到广西中部、南部地区, 甚至整个广西地区, 带来的损失将非常巨大。

薇甘菊的防治一直以来都是一个难题, 每种防治方法在实际应用中都存在着优缺点。对于在广西如何更好地预防和控制薇甘菊, 我们有几点建议: 首

先, 加大宣传力度, 让更多民众认识薇甘菊并了解其危害性, 进而减少薇甘菊的人为传播扩散; 其次, 加大调查和监测力度, 做到及时发现、及时报告、及时控制, 在其形成危害之前清除掉; 再次, 在已发生薇甘菊疫情的地方, 根据实际情况, 采取不同的控制措施。在薇甘菊小面积发生或不适宜采用除草剂的地方可进行人工清除, 其他地方可采用除草剂进行化学防治, 在实施过程中, 各部门应协调配合, 避免漏防的地方。同时还可以借鉴广东、云南等地的经验, 种植幌伞枫 (*Heteropanax fragrans*)、血桐 (*Hernandia sonora*) 等树种进行替代控制薇甘菊, 也可利用田野菟丝子 (*Cuscuta campestris*) 寄生来控制薇甘菊, 还可以利用薇甘菊柄锈菌 (*Puccinia spegazzinii*) 侵染来控制薇甘菊(王伯荪等, 2002; 邓雄等, 2003; 张玲玲等, 2006; 付卫东等, 2006; 管启杰等, 2010)。最后, 应加大研究力度, 寻求更为理想的



防治薇甘菊的方法。

薇甘菊已入侵到广西的东南部,并逐渐向周边扩散,给广西的经济、生态带来了一定危害,单一的人工或化学防治难以达到理想效果,将各种方法的优势结合起来防治薇甘菊效果更为理想。薇甘菊一旦大面积入侵,将很难根除。因此,坚持以防为主,防治结合的策略,能更好地阻止其进一步蔓延扩散。

## 参考文献:

- Cock MJW. 1982. Potential biological control agents for *Mikania micrantha* from the Netropical region[J]. *Trop Pest Manag*, **28**: 242—254
- Cronk QCB, Fuller JL. 1995. Plant Invaders: the Threat to Natural Ecosystems[M]. London: Chapman and Hall: 241
- Deng X(邓雄), Feng HL(冯惠玲), Ye WH(叶万辉), et al. 2003. A study on the control of exotic weed *Mikania micrantha* by using parasitic *Cuscuta campestris* (寄生植物菟丝子防治外来种薇甘菊研究初探)[J]. *J Trop & Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), **11**(2): 117—122
- Du F(杜凡), Yang YM(杨宇明), Li JQ(李俊清), et al. 2006. A review of *Mikania* and the impact of *M. micrantha* (Asteraceae) in Yunnan(云南假泽兰属植物及薇甘菊的危害)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **28**(5): 505—508
- Feng HL(冯惠玲), Cao HL(曹洪麟), Liang XD(梁晓东), et al. 2002. The distribution and harmful effect of *Mikania micrantha* in Guangdong(薇甘菊在广东的分布与危害)[J]. *J Trop & Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), **10**(3): 263—270
- Fu WD(付卫东), Yang ML(杨明丽), Ding JQ(丁建清). 2006. Biology and host specificity of *Puccinia spegazzinii*, a potential biocontrol agent for *Mikania micrantha* (薇甘菊柄锈菌生物学

- 及其寄主专一性)[J]. *Chin J Biol Control* (中国生物防治), **22**(1): 67—72
- IUCN. 100 of the world's worst invasive alien species. [http://www.iucn.org/biodiversityday/100\\_booklet.pdf](http://www.iucn.org/biodiversityday/100_booklet.pdf). 2002
- Wang BS(王伯荪), Li MG(李鸣光), Yu P(余萍), et al. 2002. The parasitic characteristics of *Cuscuta* spp. and their utilization (菟丝子属植物的生物学特性及其对薇甘菊的防除)[J]. *Acta Univ Sun: Sci Nat Ed* (中山大学学报·自然科学版), **41**(6): 49—53
- Wang F H(万方浩), Peng DL(彭德良), Wang R(王瑞), et al. 2010. Biological Invasions: Risk Analysis and Early Prevention(生物入侵: 预警篇)[M]. Beijing: Science Press(科学出版社): 734—738
- Waterhouse. 1994. Biological Control of Weeds: South East Asian Prospects[M]. Canberra: ACIAR: 125—126
- Zan Q J(管启杰), Li M G(李鸣光). 2010. Practical Techniques for Controlling *Milania micrantha* (薇甘菊防治实用技术)[M]. Beijing: Science Press(科学出版社): 42—116
- Zan QJ(管启杰), Wang YJ(王勇军), Wang BS(王伯荪), et al. 2000. The distribution and harm of the exotic weed *Mikania Micrantha* (外来杂草薇甘菊的分布及危害)[J]. *Chin J Ecol* (生态学杂志), **19**(6): 58—61
- Zhang HJ(张海娟), Chen Y(陈勇), Huang LJ(黄烈健), et al. 2011. Predicting potential geographic distribution of *Mikania micrantha* planting based onecological niche models in China(基于生态位模型的薇甘菊在中国适生区的预测)[J]. *Trans Chin Soc Agric Eng* (农业工程学报), **27**(Supp. 1): 413—418
- Zhou XY(周先叶), Zan QJ(管启杰), Wang YJ(王勇军), et al. 2003. The transmission and damaging effect of *Mikania micrantha* in Guangdong Province of China(薇甘菊在广东的传播和危害状况调查)[J]. *Ecol Sci Nov* (生态科学), **22**(4): 332—336

(上接第 811 页 Continue from page 811)

- Lü PH(吕晋慧), Wang YX(王摇玄), Feng YM(冯雁梦), et al. 2012. Effects of shading on the photosynthetic characteristics and anatomical structure of *Trollius chinensis* Bunge.(遮荫对金莲花光合特性和叶片解剖特征的影响)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **32**(19): 6 033—6 043
- Masojidek J, Torzillo G, Koblizek M, et al. 1999. Photoadaptation of two members of the chlorophyta (scenedesmus and chlorella) in laboratory and outdoor cultures; Changes in chlorophyll fluorescence quenching and the xanthophyll cycle[J]. *Planta*, **209**: 126—135
- Schnettger B, Critchl EYC, Santore UJ, et al. 1994. Relationship between photoinhibition of photosynthesis, D1 protein turnover and chloroplast structure; effects of protein synthesis inhibitors [J]. *Plant Cell & Environ*, **17**(1): 55—64
- Shi N(师楠). 2011. Study on tissue culture of *Melientha longistaminea* (长蕊甜菜树组织培养研究)[J]. *Yunnan Agric Sci & Technol* (云南农业科技), **2**: 14—16
- Sun XF(孙晓方), He JQ(何家庆), Huang XD(黄训端). 2008. Growth characters and chlorophyll fluorescence of goldenrod

- (*Solidago canadensis*) in different light intensities(不同光强对加拿大一枝黄花生长和叶绿素荧光的影响)[J]. *Acta Bot Bor-Occ Sin* (西北植物学报), **28**(4): 752—758
- Wu ZY(吴征镒), Li DZ(李德铎). 2000. *Yunnanopilia*-a primitive new genus of *Opiliaceae* from Yunnan Plateau, China and its biogeographic significance(甜菜树属——我国云南产山柚子科一原始新属及其植物地理学意义)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **22**(3): 248—250
- Xiao RL(肖润林), Wang JR(王久荣), Shan WX(单武雄), et al. 2007. Tea plantation environment and quality under different degrees of shading(不同遮荫水平对茶树光合环境及茶叶品质的影响)[J]. *Chin J Eco-Agric* (中国生态农业学报), **15**(6): 6—11
- Xie TL(谢田玲), Shen YY(沈禹颖), Shao XQ(邵新庆). 2004. Differences in photosynthetic rate, transpiration rate and water use efficiency between four legume species on the Loess Plateau(黄土高原 4 种豆科牧草的净光合速率和蒸腾速率日动态及水分利用效率)[J]. *Acta Ecol Sin* (生态学报), **24**(8): 1 678—1 685