

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第8期 Vol.33 No.8 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 8 期 2013 年 4 月 (半月刊)

目次

城市生态系统研究专题

- 城市生态系统:演变、服务与评价——“城市生态系统研究”专题序言 王效科 (2321)
- 城市生态景观建设的指导原则和评价指标 孙然好,陈爱莲,李 芬,等 (2322)
- 城市绿色空间格局的定量化方法研究进展 陶 宇,李 锋,王如松,等 (2330)
- 城市土地利用变化对生态系统服务的影响——以淮北市为例 赵 丹,李 锋,王如松 (2343)
- 基于市政综合监管信息的城市生态系统复杂性分析 董仁才,苟亚青,刘 昕 (2350)
- 原位生物技术对城市重污染河道底泥的治理效果 柳 敏,王如松,蒋 莹,等 (2358)
- 北京城区道路沉积物污染特性 任玉芬,王效科,欧阳志云,等 (2365)
- 绿地格局对城市地表热环境的调节功能 陈爱莲,孙然好,陈利顶 (2372)
- 北京城区气传花粉季节分布特征 孟 龄,王效科,欧阳志云,等 (2381)

个体与基础生态

- 三江源区高寒草甸退化对土壤水源涵养功能的影响 徐 翠,张林波,杜加强,等 (2388)
- 土壤砷植物暴露途径的土壤因子模拟 线 郁,王美娥,陈卫平 (2400)
- 不同寄主植物对马铃薯甲虫的引诱作用 李 超,程登发,郭文超,等 (2410)
- 蒙古栎、白桦根系分解及养分动态 靳贝贝,国庆喜 (2416)
- 干旱和坡向互作对栓皮栎和侧柏生长的影响 王 林,冯锦霞,王双霞,等 (2425)
- 不同郁闭度下胸高直径对杉木冠幅特征因子的影响 符利勇,孙 华,张会儒,等 (2434)
- 驯化温度与急性变温对南方鲢幼鱼皮肤呼吸代谢的影响 鲜雪梅,曹振东,付世建 (2444)

种群、群落和生态系统

- 五鹿山国家级自然保护区物种多样性海拔格局 何艳华,闫 明,张钦弟,等 (2452)
- 玉龙雪山白水 1 号冰川退缩迹地的植被演替 常 丽,何元庆,杨太保,等 (2463)
- 五花米草海向入侵对土壤有机碳组分、来源和分布的影响 王 刚,杨文斌,王国祥,等 (2474)
- 南亚热带人工针叶纯林近自然改造早期对群落特征和土壤性质的影响 何友均,梁星云,覃 林,等 (2484)
- 入侵植物黄顶菊生长、再生能力对模拟天敌危害的响应 王楠楠,皇甫超河,李玉浸,等 (2496)
- 小兴安岭白桦次生林叶面积指数的估测 刘志理,金光泽 (2505)
- 草地植物群落最优分类数的确定——以黄河三角洲为例 袁 秀,马克明,王 德 (2514)
- 多毛类底栖动物在莱州湾生态环境评价中的应用 张 莹,李少文,吕振波,等 (2522)
- 马尾松人工林火烧迹地不同恢复阶段中小型土壤节肢动物多样性 杨大星,杨茂发,徐 进,等 (2531)

景观、区域和全球生态

- 极端干旱区大气边界层厚度时间演变及其与地表能量平衡的关系 张 杰,张 强,唐从国 (2545)

基于多源遥感数据的景观格局及预测研究..... 赵永华,贾 夏,刘建朝,等 (2556)

城市化流域生态系统服务价值时空分异特征及其对土地利用程度的响应.....

..... 胡和兵,刘红玉,郝敬锋,等 (2565)

资源与产业生态

碳汇目标下农户森林经营最优决策及碳汇供给能力——基于浙江和江西两省调查.....

..... 朱 臻,沈月琴,吴伟光,等 (2577)

基于 GIS 的缓坡烟田土壤养分空间变异研究..... 刘国顺,常 栋,叶协锋,等 (2586)

春玉米最大叶面积指数的确定方法及其应用..... 麻雪艳,周广胜 (2596)

城乡与社会生态

广州市常见行道树种叶片表面形态与滞尘能力 刘 璐,管东生,陈永勤 (2604)

研究简报

桔梗种子萌发对低温、干旱及互作胁迫的响应..... 刘自刚,沈 冰,张 雁 (2615)

基质养分对寄生植物南方菟丝子生长的影响 张 静,李钧敏,闫 明 (2623)

学术信息与动态

人类活动对森林林冠的影响——第六届国际林冠学大会述评..... 宋 亮,刘文耀 (2632)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-04



封面图说: 互花米草近景——互花米草是多年生高大禾本科植物,植株健壮而挺拔,平均株高约 1.5m,最高可达 3.5m,茎秆直径可达 1cm 以上。原产于大西洋沿岸,是一种适应海滩潮间带生长的耐盐、耐淹植物。我国于 1979 年开始引入,原意主要是用于保滩护堤、促淤造陆和改良土壤等。但是,近年来,互花米草迅速扩散,在一些区域里,已经完全郁闭,形成了单优种群,严重排挤了本土物种的生长,并且还在以指数增长的速度逐年增加,对海岸湿地土著物种和迁徙鸟类造成的危害日益严重,已经列为必须严格控制的有害外来入侵物种。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201201140082

张静, 李钧敏, 闫明. 基质养分对寄生植物南方菟丝子生长的影响. 生态学报, 2013, 33(8): 2623-2631.

Zhang J, Li J M, Yan M. Effects of nutrients on the growth of the parasitic plant *Cuscuta australis* R. Br. . Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(8): 2623-2631.

基质养分对寄生植物南方菟丝子生长的影响

张 静^{1, 2}, 李钧敏², 闫 明^{1, *}

(1. 山西师范大学生命科学学院, 临汾 041004; 2. 台州学院生态研究所, 临海 317000)

摘要:群落中各营养级的相互作用在群落结构形成中起了重要作用。以南方菟丝子 (*Cuscuta australis* R. Br.) 和三叶鬼针草 (*Biden pilosa* L.) 为研究对象, 采用完全随机区组实验设计方法, 测定并分析基质养分 (不施肥与施肥) 对寄生植物生长的影响, 探讨寄生植物生物量与寄主生长特性、生物量和光源捕获能力的相关性。结果表明, 施肥显著增加寄生植物南方菟丝子的吸器数量、缠绕圈数、相对盖度、营养器官生物量、生殖器官生物量和总生物量, 但对生殖器官的生物量比无显著影响。施肥显著增加寄主植物的根、茎、叶生物量和总生物量、叶生物量比、比叶面积和叶绿素含量, 但显著降低根冠比与根生物量比。南方菟丝子生物量与三叶鬼针草生物量、叶生物量比、比叶面积以及相对叶绿素含量之间均存在显著正相关, 与根生物量比和根冠比存在显著负相关。研究结果表明施肥可以提高寄主植物的光资源捕获能力, 将更多地生物量分配至叶等光合机构上, 从而促进寄主植物 (生产者) 的生长, 并间接促进寄生植物 (初级消费者) 的生长。

关键词:养分; 寄生植物; 南方菟丝子; 三叶鬼针草; 生长

Effects of nutrients on the growth of the parasitic plant *Cuscuta australis* R. Br.

ZHANG Jing^{1, 2}, LI Junmin², YAN Ming^{1, *}

1 School of Life Sciences, Shanxi Normal University, Linfen 041004, China

2 Institute of Ecology, Taizhou University, Linhai 317000, China

Abstract: Interspecific interactions at different trophic levels play important roles in the structure and dynamics of communities. Studying such multitrophic interactions at the individual level could help to better model complicated interactions across trophic levels at the community level. Parasitic plants are one type of consumer that interacts with other species at different trophic levels in natural communities. *Bidens pilosa* L. (Compositae), an annual forb native to South America, has invaded subtropical south-western China, where it is now common. *Cuscuta australis* (Convolvulaceae), a holoparasitic plant, has been identified as a potential biological control agent of such invasive plants. Here, we conducted a common pot experiment to investigate how fertilization of host plants indirectly affected the growth of parasitic plants and the possible mechanisms related to the growth, biomass allocation patterns, and light-resource capture abilities of the hosts. The number of coils around the stems of the host plants, the number of haustoria, and the relative cover of *C. australis* on fertilized *B. pilosa* were higher than on non-fertilized *B. pilosa*. Fertilization significantly increased the vegetative biomass, reproductive biomass, and total biomass of *C. australis*, but had no significant effect on the reproductive mass ratio. The biomass of leaves, stems, roots, total biomass, leaf mass ratio, specific leaf area, and relative chlorophyll content of the fertilized host were significantly higher than those of non-fertilized hosts, but the root/shoot ratio and root mass ratio were lower than those of the non-fertilized host. The vegetative biomass, reproductive biomass, and total biomass of *C. australis* were significantly positively correlated with the biomass of the roots, stems, leaves, total biomass, leaf mass ratio, relative

基金项目:国家自然科学基金 (30800133); 中国博士后基金 (20080440557); 浙江省自然科学基金 (Y5110227); 山西师范大学校基金 (ZR1211)

收稿日期:2012-01-14; **修订日期:**2012-08-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: mycorrhiza@sina.com

chlorophyll content, and specific leaf area of the host plant and significantly negatively correlated with the root/shoot ratio and root mass ratio. Our results suggested that fertilization could improve the light-resource usage and allocation of biomass to photosynthetic organs of invasive plants, which could result in rapid growth of these invasive hosts (producer) and thus indirectly promote the growth of parasitic plants (primary consumer).

Key Words: nutrient; parasitic plant; *Cuscuta australis*; *Bidens pilosa* L.; growth

群落中各营养级的交互作用及其在群落结构形成中的重要作用是生态学研究的一个热点^[1]。上行效应是指较低营养阶层的密度、生物量等决定较高营养阶层的种群和群落结构。上行效应调控的驱动力包括资源的供给和环境因素等,前者如供给捕食动物资源的被捕食者;而后者如温度等。现已有一些研究关注不同营养级在个体水平的上行效应与下行效应^[2-3],以期为群落的上行与下行效应提供基础理论依据。近年来,营养级联效应即多营养级(三营养级以上)之间的相互作用受到了较多的关注^[4],但总体来说这一领域的研究并不多。

寄生植物是生态系统的特殊组成类群之一,常见于天然群落中^[5]。寄生植物由于根系或叶片退化,或是缺乏足够的叶绿素,常寄生于寄主植物的根或茎上吸取水分、营养和碳水化合物而存活^[6]。寄生植物作为一种特殊的消费者,与天然群落中的其它营养级之间也存在一定的相互作用^[7],如寄生植物可间接影响食草昆虫、草食动物及土壤微生物等^[5]。但是目前尚未见资源供给对寄生植物生长的影响的相关报道。已有一些研究发现资源供给,如氮素等,可以影响草食动物的生长、发育和繁殖能力^[8-9]。寄生植物与寄主植物的相互作用与草食动物与植物之间的相互作用在多方面存在相似性,是一种平行的行为^[10]。根据寄生植物的这一特性及营养级联的相关理论,可以推测资源供给可以促进寄生植物的生长。

菟丝子属植物为旋花科(Convolvulaceae)全寄生植物^[11]。研究发现菟丝子属(*Cuscuta*)植物是一种良好的入侵植物防治剂,如田野菟丝子为菟丝子属的全寄生植物,可以通过降低薇甘菊的光合速率、蒸腾速率、叶绿素含量、生物量等,进一步严重影响薇甘菊茎叶生长及开花结实,抑制入侵植物薇甘菊的生长与繁殖,从而降低薇甘菊在群落中的优势地位,恢复本地群落的生物多样性,达到防治薇甘菊持续蔓延的目的^[12-15]。野外调查发现南方菟丝子(*Cuscuta australis* R. Br.)可以寄生入侵植物,抑制入侵植物生长,促进本地植物群落的恢复,达到防治入侵植物的目的^[14,16]。本文以南方菟丝子和入侵植物三叶鬼针草(*Biden pilosa* L.)为研究对象,采用盆栽实验分析基质养分(施肥与不施肥)对寄生植物生长的影响,分析资源供给对寄生植物各部分生长的影响,并分析寄生植物生物量与寄主生长、生物量分配格局及光源捕获能力的相关性,以阐明两个科学问题:1)基质养分是否可以促进寄生植物的生长? 2)其可能的机制是什么? 本研究结果不仅可以为研究寄生植物与其它营养级之间的相互作用提供理论参考,而且可以为在群落水平进一步研究资源供给对寄生植物的上行效应提供基础理论依据。同时,本研究结果对采用寄生植物防治入侵植物具有一定实践指导价值。

1 材料和方法

1.1 实验材料

土壤采集于临海市野外本地群落,与河砂 2:1 混合,备用。土壤 pH 值为 7.12 ± 0.02 ,有机质含量为 (19.93 ± 4.46) g/kg,总氮含量为 (45.85 ± 0.96) mg/kg,速效磷含量为 (39.92 ± 8.37) mg/kg,速效钾含量为 (62.33 ± 3.06) mg/kg。

三叶鬼针草种子于 2009 年 11 月在浙江省临海市野外收集,贮存于低湿种子贮藏箱中。

南方菟丝子由本实验室培养在台州学院生态园的植物人工群落中(2 m×2 m)。

1.2 实验处理

2010 年 7 月在温室中进行三叶鬼针草种子的萌发和幼苗的培养。2010 年 8 月,选取长势一致的三叶鬼针草幼苗(株高 15 cm)移栽到塑料花盆(直径 28 cm,高 38 cm,盆底有孔以正常漏水)中,每盆 1 株。将花盆

随机放置在温室中,每天早晚各浇灌等量的水 1 次。幼苗存活 1 周后,采用完全随机的区组实验设计方法,将植株分为两组:对照组和处理组。对照组不施肥,处理组施加短期缓释奥绿肥(Scotts 公司,N/P/K 含量为 20:20:20)2.8 g/盆。待幼苗株高 30 cm 左右(施肥第 10 天)时,从生态园中采集南方菟丝子的营养丝(保证南方菟丝子顶端完整),按顺时针方向缠绕三叶鬼针草的嫩茎进行寄生,每株分别寄生 15 cm 左右南方菟丝子营养丝 3 段。每个处理重复 6 盆。整个实验过程当中对照组与处理组每天早晚各浇灌适量的水 1 次。

1.3 指标测定

于寄生后第 2、4、6、8 天统计南方菟丝子的缠绕圈数和吸器数,并以目测法估算南方菟丝子相对于寄主的覆盖度。接着每隔 1 周统计南方菟丝子的相对盖度。寄生 34 d 后,在南方菟丝子生长到达旺盛期后,用相对叶绿素含量计 CCM-200 plus(美国,Opti-Science 公司)测定成熟叶片的相对叶绿素含量,并测定三叶鬼针草的株高。收获时,将南方菟丝子与三叶鬼针草分开,并将菟丝子按茎与果实,三叶鬼针草按根、茎、叶分开,用 WinFOLIA 叶面积仪测定叶面积。将南方菟丝子及三叶鬼针草各部位 105 °C 杀青 20 min,70 °C 烘干至恒重,称量,测定菟丝子营养器官生物量、生殖器官生物量(包括花与果实)以及三叶鬼针草根生物量、茎生物量和叶生物量,计算菟丝子总生物量和三叶鬼针草的总生物量;同时按照公式计算比叶面积(SLA)=叶面积/叶生物量。

1.4 数据分析

数据采用平均数±标准差的形式表示。采用 SPSS(16.0)软件的单因素方差分析(One way ANOVA)模块,对不同基质养分条件下三叶鬼针草及南方菟丝子的数据进行差异的显著性检验。

2 结果与分析

2.1 基质养分对南方菟丝子生长的影响

2.1.1 对南方菟丝子寄生动态的影响

从第 2 天开始,施肥处理组三叶鬼针草植株上南方菟丝子的缠绕圈数与吸器数量明显高于不施肥处理组,在第 8 天时两者之间呈现显著差异(图 1;缠绕圈数: $F=8.081, P<0.05$;吸器数量: $F=5.601, P<0.05$)。施肥处理组南方菟丝子相对盖度也高于对照组,且两者之间在第 15 天($F=14.401, P<0.01$)和 22d($F=40.584, P<0.01$)时的差异均显著(图 2)。

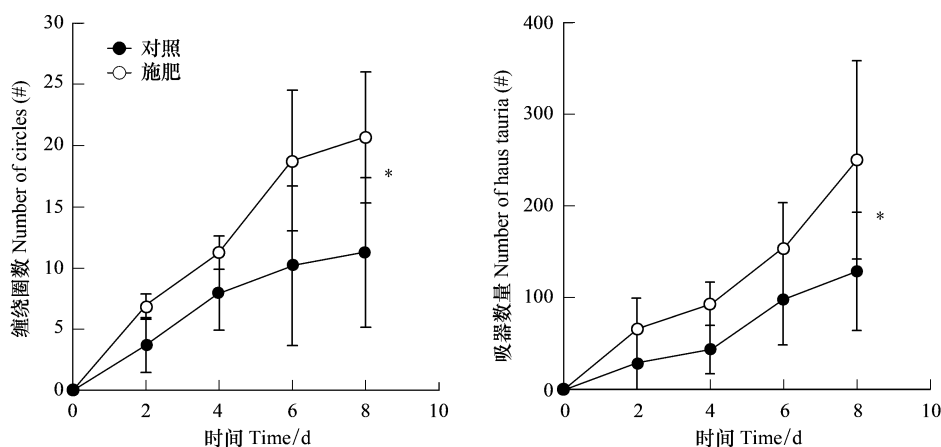


图 1 施肥处理对寄生植物南方菟丝子生长的影响

Fig. 1 Effect of fertilization on the growth of parasitic *Cuscuta australis*

* 表示不同处理之间存在显著差异, $P<0.05$

2.1.2 对南方菟丝子生物量的影响

施肥处理组南方菟丝子营养器官生物量($F=57.326, P<0.01$)、生殖器官生物量($F=221.045, P<0.01$)和总生物量($F=344.085, P<0.01$)均显著高于不施肥对照组,但施肥处理对生殖器官生物量比没有显著影响

(图 3; $F=1.646, P>0.05$), 表明南方菟丝子对生殖器官的投资比例不受外界养分的影响。

2.2 基质养分对寄主生长的影响

2.2.1 对寄主生物量及分配格局的影响

与对照相比, 施肥处理组的寄主叶生物量 ($F=120.528, P<0.01$)、茎生物量 ($F=38.148, P<0.01$)、根生物量 ($F=15.784, P<0.01$) 和总生物量 ($F=72.455, P<0.01$) 均显著增加(图 4)。施肥处理引起寄主三叶鬼针草根冠比 ($F=22.740, P<0.01$) 与根生物量比 ($F=23.166, P<0.01$) 显著下降, 而叶生物量比 ($F=8.084, P<0.05$) 显著上升, 但对茎生物量比没有影响(图 5)。南方菟丝子营养器官生物量、生殖器官生物量与总生物量与三叶鬼针草的根、茎、叶和总生物量之间均存在显著正相关, 且与叶生物量比之间存在显著正相关, 与根生物量比和根冠比存在显著负相关(表 1)。

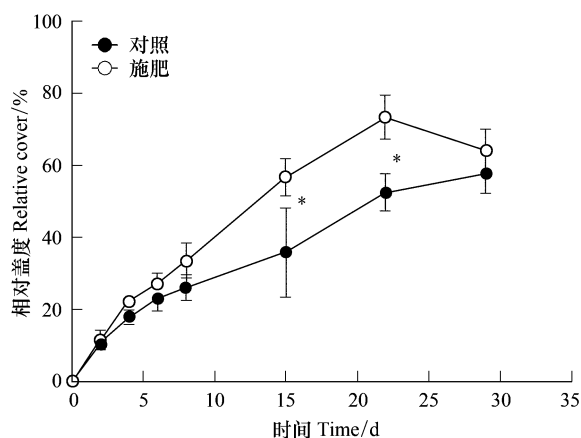


图 2 施肥处理对寄生植物南方菟丝子相对盖度的影响

Fig. 2 Effect of fertilization on the relative percentage cover of parasitic *Cuscuta australis*

* 表示不同处理之间存在显著差异, $P<0.05$

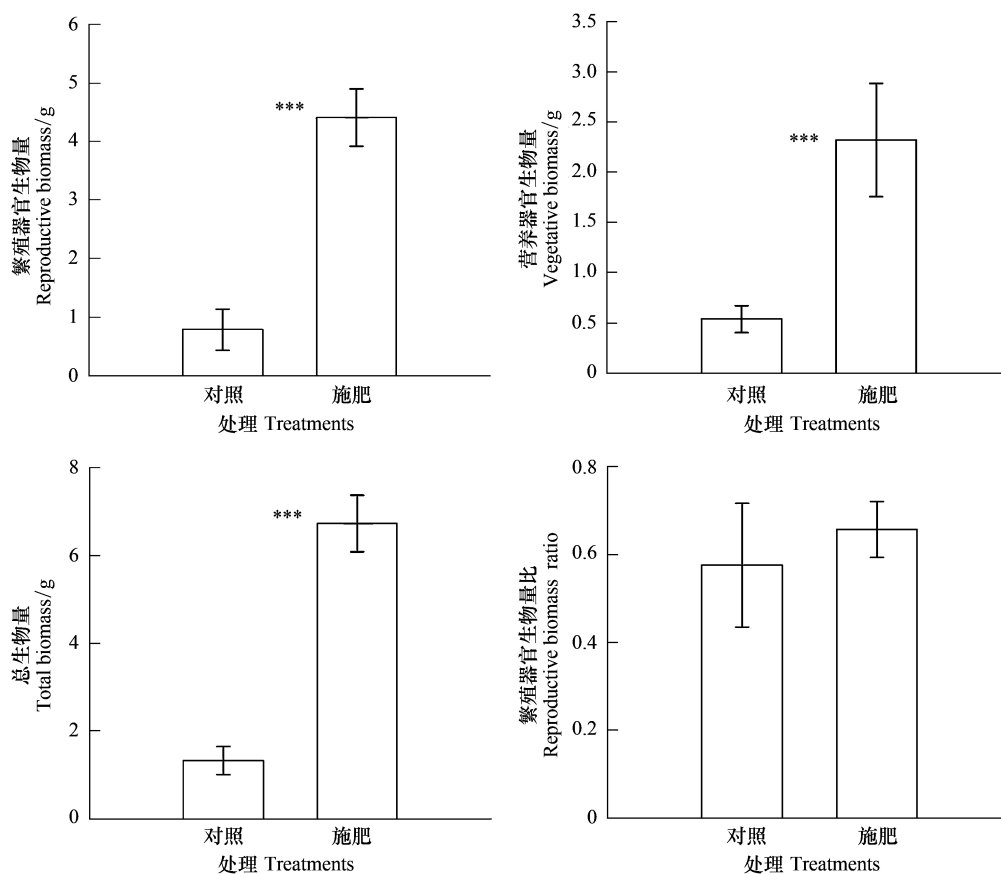


图 3 施肥处理对寄生植物南方菟丝子生物量的影响(平均数±标准差)

Fig. 3 Effect of fertilization on the biomass of parasitic *Cuscuta australis* (mean ± standard deviation)

*** 表示不同处理之间存在极显著差异, $P<0.001$

2.2.2 对寄主植物光源捕获能力的影响

与对照相比, 施肥处理组的三叶鬼针草相对叶绿素含量 ($F=9.222, P<0.05$) 和比叶面积 ($F=39.907, P<$

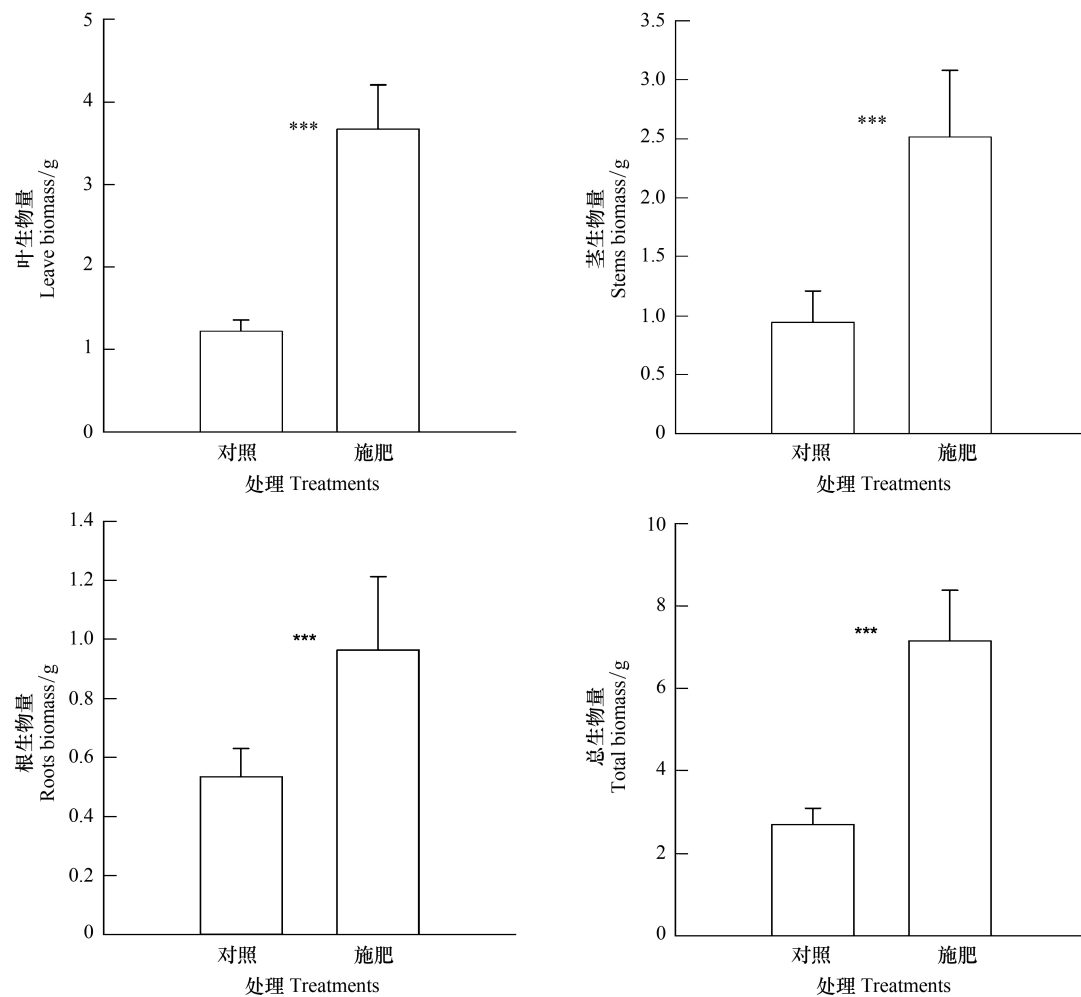


图4 施肥处理对寄生植物三叶鬼针草生物量的影响(平均数±标准差)

Fig. 4 Effect of fertilization on the biomass of host *Bidens biplosa* L. (mean ± standard deviation)

* * * 表示不同处理之间存在极显著差异, $P < 0.001$

0.01)显著升高(图6)。南方菟丝子营养器官生物量、生殖器官生物量及总生物量与三叶鬼针草相对叶绿素含量及比叶面积存在显著正相关(表1)。

表1 寄生植物南方菟丝子生物量与寄生植物三叶鬼针草生物量的相关性

Table 1 Correlation between the biomass of parasitic *Cuscuta australis* and the traits of host *Bidens biplosa* L.

性状 Traits	营养器官生物量 Vegetative biomass	生殖器官生物量 Reproductive biomass	总生物量 Total biomass
叶生物量 Leaves biomass	0.941 **	0.967 **	0.985 **
茎生物量 Stems biomass	0.827 **	0.901 **	0.900 **
根生物量 Roots biomass	0.748 **	0.826 **	0.821 **
总生物量 Total biomass	0.899 **	0.950 **	0.958 **
根冠比 Root/shoot ratio	-0.790 **	-0.764 **	-0.794 **
叶生物量比 Leaf mass ratio	0.686 *	0.649 *	0.680 *
茎生物量比 Stem mass ratio	-0.021	-0.002	-0.009
根生物量比 Root mass ratio	-0.791 **	-0.767 **	-0.797 **
比叶面积 Specific leaf area	0.825 **	0.917 **	0.910 **
相对叶绿素含量 Relative chlorophyll content	0.729 **	0.677 *	0.714 **

* 表示不同处理之间存在显著性差异, $P < 0.05$; * * 表示不同处理之间存在极显著性差异, $P < 0.01$

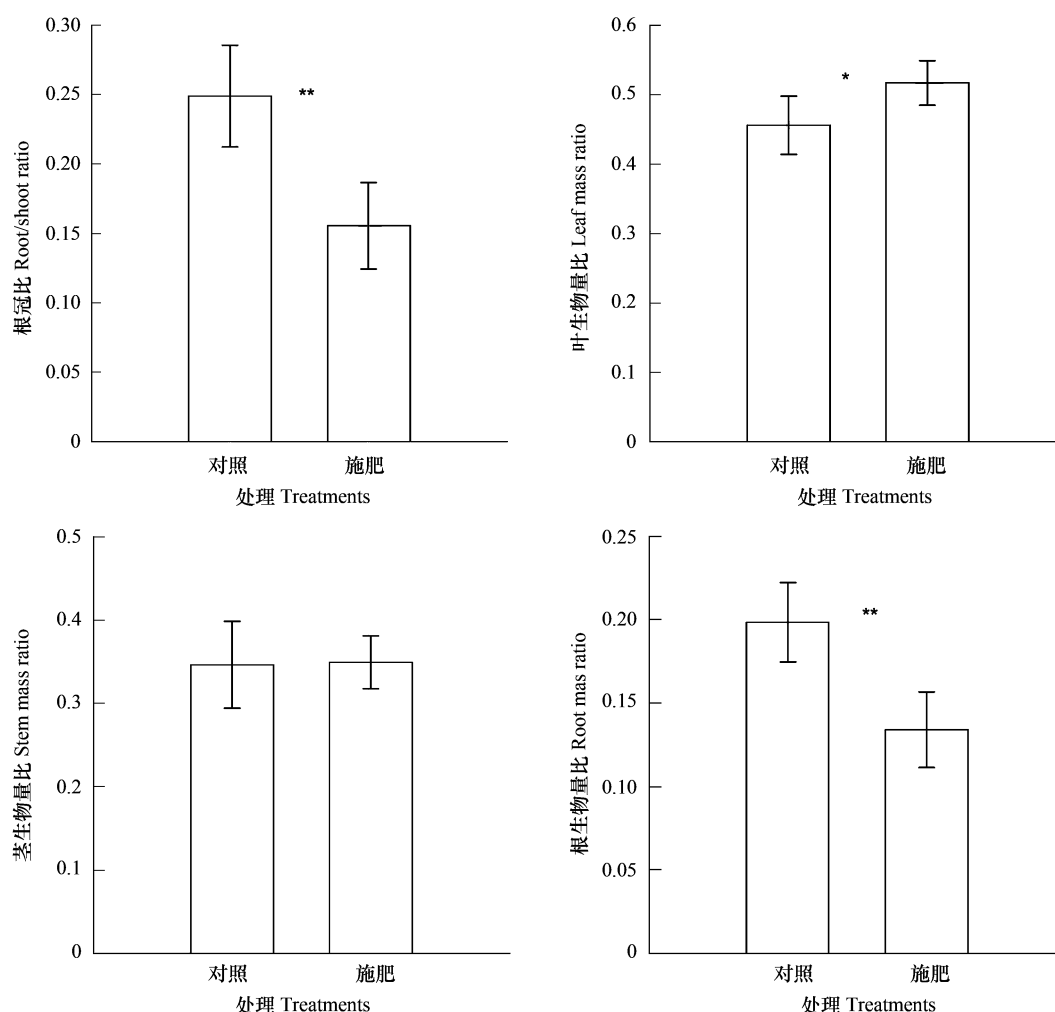


图5 施肥处理对寄主植物三叶鬼针草生物量分配格局的影响(平均数±标准差)

Fig.5 Effect of fertilization on the biomass allocation patterns of host *Bidens biplosa* L. (mean ± standard deviation)

* 表示不同处理之间存在显著差异, $P < 0.05$; ** 表示不同处理之间存在极显著差异, $P < 0.01$

3 讨论

寄主植物是生态系统中的生产者,而寄生植物直接寄生在寄主上,依赖并吸取寄主的养分和水分来生存,除了脱离寄主条件下可以进行微弱的光合作用外^[17-18],其余大部分能量几乎全部来自于生产者,因此被认为是生态系统中的初级消费者^[19]。本研究采用南方菟丝子寄生入侵植物三叶鬼针草,结果显示施肥可以显著增加寄生植物南方菟丝子的生物量。同时,本研究还发现施肥可以显著增加寄主三叶鬼针草的生物量,而南方菟丝子的生物量与三叶鬼针草的生物量之间均存在显著的正相关,表明施肥可以通过增加寄主植物的生物量,从而间接促进寄生植物的生长。这一结果与添加营养对部分草食动物(初级消费者)的影响相一致^[2,20]。Borowica 等发现添加氮可以增强草食动物根象鼻虫(*Diaprepes abbreviatus*)的行为,提高其生物量^[2]。Lu 等发现添加氮肥可以影响稻谷的生长和产量,继而影响昆虫害虫的生长及行为^[3]。这些个体水平的实验结果符合营养添加对群落中草食动物的上行级联效应理论,即添加营养可以促进植物(生产者)的生长,从而促进草食动物(初级消费者)的生长,甚至是捕食者(次级消费者)的生长^[21-22]。这也表明营养添加对寄生植物的影响也符合上行级联效应理论。

一些研究结果发现施加氮肥可以使寄主植物上的食草动物的生殖器官数量增加^[23-24]。而本研究的结果却显示,施肥对南方菟丝子生殖器官的生物量比并无显著影响,这表明寄生植物对生殖器官的投资比例不受营养添加的影响,即添加营养的情况下寄生植物的生长与生殖之间不存在权衡,并没有增加寄生植物对后代

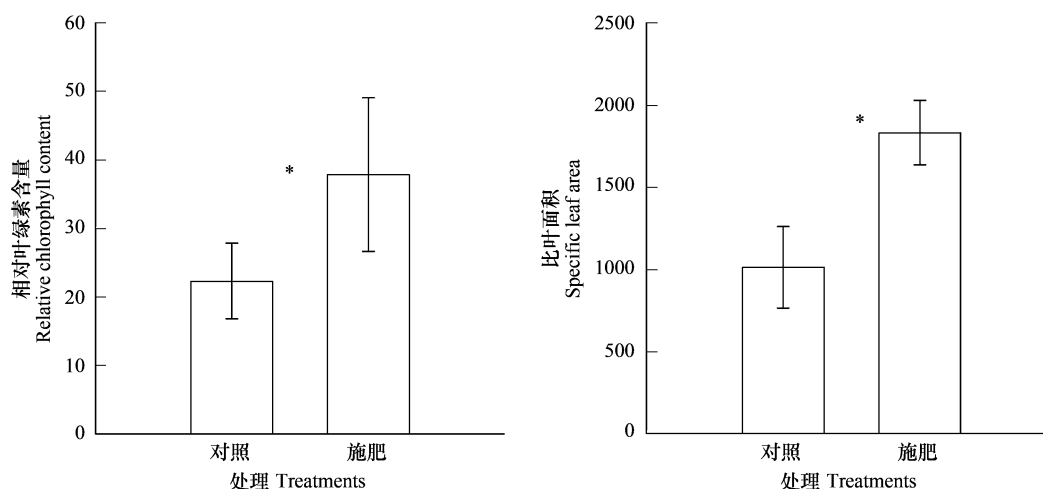


图6 施肥处理对寄主植物三叶鬼针草相对叶绿素含量及比叶面积的影响(平均数±标准差)

Fig. 6 Effect of fertilization on the relative chlorophyll content and specific leaf area of host *Bidens biplosa* L. (mean ± standard deviation)

* 表示不同处理之间存在显著差异, $P < 0.05$

生殖的投资消耗。虽然草食动物的生殖器官的投资比例会随着营养的增加而增加,但这种效果依赖于植物的质量^[25],如植物的氮含量^[26]。随着营养的增加,寄生植物的生物量增加,同时对寄主植物的危害也增加(未发表数据),导致寄主植物的质量下降,这可能是导致寄生植物的生殖器官投资比例不受营养添加的影响的主要原因。但确切的原因仍需进一步的实验验证。

有关外界养分对寄生植物的生长的影响及机制的相关报道很少,如王东等^[18]研究发现光照对日本菟丝子(*C. japonica* Choisy)的生长具有显著影响。这与菟丝子属植物在进化过程中虽然形成了以吸取寄主营养维持其生长发育的异差方式,但同时也保存着与光合作用相关的基因与超微结构有关^[17-18]。另外,胡飞等研究发现光线中的远红外光也对日本菟丝子寄生寄主及形成吸器等过程具有显著影响^[27]。本研究的结果显示施肥使寄主三叶鬼针草的比叶面积和相对叶绿素含量显著增加,表明施肥可以促进寄主植物的光资源捕获能力,以产生更多的光合同化产物;同时,施肥可以显著降低寄主三叶鬼针草的根生物量比与根冠比,显著增加叶生物量比,表明寄主将更多的生物量分配到叶的生长上,以产生更多的碳水化合物。这些研究结果表明施肥所引起的寄主植物生物量的增加与施肥改变寄主的光资源捕获能力及改变寄主植物生物量分配的格局有关,这些变化可以促使寄主植物获取更多的资源,产生更多的碳水化合物,并将其提供给寄生植物。本研究结果还显示在施肥及寄生植物的共同作用下,寄主植物三叶鬼针草将更多的资源投资到光合机构上,增强其光源捕获能力,以使自己对寄生植物具有更强的耐受能力,但同时这种补偿效应也提供了寄生植物更多的碳水化合物,促进了寄生植物的生长。一般情况下,土壤养分的增加会减少植物的根生物量分配,增加植物的叶生物量分配^[28-30]。而植物组织在受到草食动物损害后,可以提高受损害后叶片的光合补偿能力,以提高植物对草食动物的耐受能力^[31]。研究发现寄生植物的光合色素含量与寄主植物的光合色素含量成反比,即当寄主植物具有高的光合色素含量,强的光合作用能力时,寄生植物将从寄主植物吸收更多的养分来维持自身的生长^[18]。这种效应会进一步促进寄主植物将更多的资源投入到光合机构上,增强其对寄生植物损害的补偿能力。

本研究虽然是基于个体水平,但与基于群落水平的基质养分对草食动物的上行级联效应相似^[21-32],因此,基质养分可以通过影响寄主植物(生产者)而对寄生植物(初级消费者)产生显著的上行级联效应,并对寄生植物群落的生产力和多样性的提高产生一定的促进作用,进一步的研究将基于群落水平对相关假设进行验证。同时,作为初级消费者的寄生植物与基质养分如何交互作用影响生产者的生产力及植物群落的结构与动态?寄主植物对寄生植物的防御及耐受的权衡如何?这些问题均需要在后续的研究中进一步探讨。

References:

- [1] Dyer L A, Stireman J O III. Community-wide trophic cascades and other indirect interactions in an agricultural community. *Basic and Applied Ecology*, 2003, 4(5): 423-432.
- [2] Borowicz V A, Albrecht U, Mayer R T. Effects of nutrient supply on citrus resistance to root herbivory by *Diaprepes abbreviatus* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 2003, 32(5): 1242-1250.
- [3] Lu Z X, Yu X P, Heong K L, Hu C. Effect of nitrogen fertilizer on herbivores and its stimulation to major insect pests in rice. *Rice Science*, 2007, 14(1): 56-66.
- [4] Jamieson M A, Knochel D, Manrique A, Seastedt T R. Top-down and bottom-up controls on Dalmatian toadflax (*Linaria dalmatica*) performance along the Colorado Front Range, USA. *Plant Ecology*, 2012, 213(2): 185-195.
- [5] Li J M, Dong M. Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(4): 1174-1184.
- [6] Smith D. The population dynamics and community ecology of root hemiparasitic plants. *The American Naturalist*, 2000, 155(1): 13-23.
- [7] Press M C. Dracula or robin hood? A functional role for root hemiparasites in nutrient poor ecosystems. *Oikos*, 1998, 82(3): 609-611.
- [8] White T C R. The Inadequate Environment: Nitrogen and the Abundance of Animals. Berlin and New York: Springer-Verlag, 1993.
- [9] Slansky F Jr. Nutritional ecology of endoparasitic insects and their hosts: An overview. *Journal of Insect Physiology*, 1986, 32(4): 255-261.
- [10] Pennings S C, Callaway R M. Parasitic plants: parallels and contrasts with herbivores. *Oecologia*, 2002, 131(4): 479-489.
- [11] Sheng J H, Zhang X J, Liu H Y, Li L. Parasitic plant overview. *Bulletin of Biology*, 2006, 41(3): 9-13.
- [12] Deng X, Feng H L, Ye W H, Yang Q H, Xu K Y, Cao H L, Fu Q. A study on the control of exotic weed *Mikania micrantha* by using parasitic *Cuscuta campestris*. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2003, 11(2): 117-122.
- [13] Lian J Y, Ye W H, Cao H L, Lai Z M, Wang Z M, Cai C X. Influence of obligate parasite *Cuscuta campestris* on the community of its host *Mikania micrantha*. *Weed Research*, 2006, 46(6): 441-443.
- [14] Yu H, Yu F H, Miao S L, Dong M. Holoparasitic *Cuscuta campestris* suppresses invasive *Mikania micrantha* and contributes to native community recovery. *Biological Conservation*, 2008, 141(10): 2653-2661.
- [15] Yu H, He W M, Liu J, Miao S L, Dong M. Native *Cuscuta campestris* retrains exotic *Mikania micrantha* and enhances soil resources beneficial to natives in the invaded communities. *Biological Invasions*, 2009, 11(4): 835-844.
- [16] Wang R K, Guan M, Li Y H, Yang B F, Li J M. Effect of the parasitic *Cuscuta australis* on the community diversity and the growth of *Alternanthera philoxeroides*. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(6): 1917-1923.
- [17] Choudhury N K, Sahu D. Photosynthesis in *Cuscuta reflexa*: a total plant parasite. *Photosynthetica*, 1999, 36(1/2): 1-9.
- [18] Wang D, Hu F, Chen Y F, Yang J, Kong C H. Photosynthetic characteristics of *Cuscuta japonica* and its hosts during parasitization and after detachment. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2007, 18(8): 1715-1721.
- [19] Hershey D R. Myco-heterophytes & parasitic plants in food chains. *The American Biology Teacher*, 1999, 61(8): 575-578.
- [20] Herms D A. Effects of fertilization on insect resistance of woody ornamental plants: reassessing an entrenched paradigm. *Environmental Entomology*, 2002, 31(6): 923-933.
- [21] Fountain M T, Brown V K, Gange A C, Symondson W O C, Murray P J. Mutitrophic effects of nutrient addition in upland grassland. *Bulletin of Entomological Research*, 2008, 98(3): 283-292.
- [22] Moksnes P O, Gullström M, Tryman K, Baden S. Trophic cascades in a temperate seagrass community. *Oikos*, 2008, 117(5): 763-777.
- [23] Chu Y I, Horng S B. Effect of slag and nitrogen fertilizer on the damage of Asian corn borer to field corn. *Memoirs of the College of Agriculture, National Taiwan University*, 1994, 34(1): 45-53.
- [24] Bentz J A, Reeves J III, Barbosa P, Francis B. Within-plant variation in nitrogen and sugar content of poinsettia and its effects on the oviposition pattern, survival, and development of *Bemisia argentifolii*. *Environmental Entomology*, 1995, 24(2): 271-277.
- [25] Center T D, Dray F A Jr, Jubinsky G P, Grodowitz M J. Biological control of water hyacinth under conditions of maintenance management: can herbicides and insects be integrated? *Environmental Management*, 1999, 23(2): 241-256.
- [26] Center T D, Dary F A Jr. Bottom-up control of water hyacinth weevil populations: do the plants regulate the insects? *Journal of Applied Ecology*, 2010, 47(2): 329-337.
- [27] Hu F, Kong C H, Zhang C X, Liang W J, Wang P. Selection behavior of *Cuscuta japonica* on their hosts. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(2): 323-327.
- [28] Meziane D, Shipley B. Interacting components of interspecific relative growth rate: constancy and change under differing conditions of light and nutrient supply. *Functional Ecology*, 1999, 13(5): 611-622.

- [29] Fichtner K, Schulze E D. The effect of nitrogen nutrition on growth and biomass partitioning of annual plants originating from habitats of different nitrogen availability. *Oecologia*, 1992, 92(2): 236-241.
- [30] McConnaughay K D M, Coleman J S. Can plants track changes in nutrient availability via changes in biomass partitioning? *Plant and Soil*, 1998, 202(2): 201-209.
- [31] Gassmann A J. Effect of photosynthetic efficiency and water availability on tolerance of leaf removal in *Amaranthus hybridus*. *Journal of Ecology*, 2004, 92(5): 882-892.
- [32] Turkington R. Top-down and bottom-up forces in mammalian herbivore-vegetation systems; an essay review. *Botany*, 2009, 87(8): 723-739.

参考文献:

- [5] 李钧敏, 董明. 植物寄生对生态系统结构和功能的影响. *生态学报*, 2011, 31(4): 1174-1184.
- [11] 盛晋华, 张雄杰, 刘宏义, 李莉. 寄生植物概述. *生物学通报*, 2006, 41(3): 9-13.
- [12] 邓雄, 冯惠玲, 叶万辉, 杨期和, 徐凯扬, 曹洪麟, 傅强. 寄生植物菟丝子防治外来种薇甘菊研究初探. *热带亚热带植物学报*, 2003, 11(2): 117-122.
- [16] 王如魁, 管铭, 李永慧, 杨蓓芬, 李钧敏. 南方菟丝子寄生对喜旱莲子草生长及群落多样性的影响. *生态学报*, 2012, 32(6): 1917-1923.
- [18] 王东, 胡飞, 陈玉芬, 杨军, 孔垂华. 日本菟丝子及其寄生前后寄主的光合特征. *应用生态学报*, 2007, 18(8): 1715-1721.
- [27] 胡飞, 孔垂华, 张朝贤, 梁文举, 王朋. 日本菟丝子对寄生的选择行为. *应用生态学报*, 2005, 16(2): 323-327.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 8 April, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Special Topics in Urban Ecosystems

- Guidelines and evaluation indicators of urban ecological landscape construction SUN Ranhao, CHEN Ailian, LI Fen, et al (2322)
- Research progress in the quantitative methods of urban green space patterns TAO Yu, LI Feng, WANG Rusong, et al (2330)
- Effects of land use change on ecosystem service value: a case study in Huaibei City, China ZHAO Dan, LI Feng, WANG Rusong (2343)
- Urban ecosystem complexity: an analysis based on urban municipal supervision and management information system DONG Rencai, GOU Yaqing, LIU Xin (2350)
- A case study of the effects of *in-situ* bioremediation on the release of pollutants from contaminated sediments in a typical, polluted urban river LIU Min, WANG Rusong, JIANG Ying, et al (2358)
- The pollution characteristics of Beijing urban road sediments REN Yufen, WANG Xiaoke, OUYANG Zhiyun, et al (2365)
- Effects of urban green pattern on urban surface thermal environment CHEN Ailian, SUN Ranhao, CHEN Liding (2372)
- Seasonal dynamics of airborne pollen in Beijing Urban Area MENG Ling, WANG Xiaoke, OUYANG Zhiyun, et al (2381)

Autecology & Fundamentals

- Impact of alpine meadow degradation on soil water conservation in the source region of three rivers XU Cui, ZHANG Linbo, DU Jiaqiang, et al (2388)
- Predicting the plant exposure to soil arsenic under varying soil factors XIAN Yu, WANG Meie, CHEN Weiping (2400)
- Attraction effect of different host-plant to Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* LI Chao, CHENG Dengfa, GUO Wenchao, et al (2410)
- Root decomposition and nutrient dynamics of *Quercus mongolica* and *Betula Platyphylla* JIN Beibei, GUO Qingxi (2416)
- The interaction of drought and slope aspect on growth of *Quercus variabilis* and *Platycladus orientalis* WANG Lin, FENG Jinxia, WANG Shuangxia, et al (2425)
- Effects of diameter at breast height on crown characteristics of Chinese Fir under different canopy density conditions FU Liyong, SUN Hua, ZHANG Huiru, et al (2434)
- Effects of temperature acclimation and acute thermal change on cutaneous respiration in juvenile southern catfish (*Silurus meridionalis*) XIAN Xuemei, CAO Zhendong, FU Shijian (2444)

Population, Community and Ecosystem

- Altitudinal pattern of plant species diversity in the Wulu Mountain Nature Reserve, Shanxi, China HE Yanhua, YAN Ming, ZHANG Qindi, et al (2452)
- Vegetation succession on Baishui No. 1 glacier foreland, Mt. Yulong CHANG Li, HE Yuanqing, YANG Taibao, et al (2463)
- The effects of *Spartina alterniflora* seaward invasion on soil organic carbon fractions, sources and distribution WANG Gang, YANG Wenbin, WANG Guoxiang, et al (2474)
- Community characteristics and soil properties of coniferous plantation forest monocultures in the early stages after close-to-nature transformation management in southern subtropical China HE Youjun, LIANG Xingyun, QIN Lin, et al (2484)
- Response of invasive plant *Flaveria bidentis* to simulated herbivory based on the growth and reproduction WANG Nannan, HUANGFU Chaohe, LI Yujin, et al (2496)
- Estimation of leaf area index of secondary *Betula platyphylla* forest in Xiaoxing'an Mountains LIU Zhili, JIN Guangze (2505)
- Optimal number of herb vegetation clusters: a case study on Yellow River Delta YUAN Xiu, MA Keming, WANG De (2514)
- Application of polychaete in ecological environment evaluation of Laizhou Bay ZHANG Ying, LI Shaowen, LÜ Zhenbo, et al (2522)
- Soil meso-and micro arthropod community diversity in the burned areas of *Pinus massoniana* plantation at different restoration stages YANG Daxing, YANG Maofa, XU Jin, et al (2531)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Temporal variety of boundary layer height over deep arid region and the relations with energy balance ZHANG Jie, ZHANG Qiang, TANG Congguo (2545)
- Analysis and forecast of landscape pattern in Xi'an from 2000 to 2011 ZHAO Yonghua, JIA Xia, LIU Jianchao, et al (2556)
- Spatio-temporal variation in the value of ecosystem services and its response to land use intensity in an urbanized watershed HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (2565)

Resource and Industrial Ecology

- Household optimal forest management decision and carbon supply: case from Zhejiang and Jiangxi Provinces ZHU Zhen, SHEN Yueqin, WU Weiguang, et al (2577)
- Spatial variability characteristics of soil nutrients in tobacco fields of gentle slope based on GIS LIU Guoshun, CHANG Dong, YE Xiefeng, et al (2586)
- Method of determining the maximum leaf area index of spring maize and its application MA Xueyan, ZHOU Guangsheng (2596)

Urban, Rural and Social Ecology

- Morphological structure of leaves and dust-retaining capability of common street trees in Guangzhou Municipality LIU Lu, GUAN Dongsheng, CHEN Yongqin David (2604)

Research Notes

- Morphological responses to temperature, drought stress and their interaction during seed germination of *Platycodon grandiflorum* LIU Zigang, SHEN Bing, ZHANG Yan (2615)
- Effects of nutrients on the growth of the parasitic plant *Cuscuta australis* R. Br. ZHANG Jing, LI Junmin, YAN Ming (2623)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 吕永龙

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 8 期 (2013 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 8 (April, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元