

中国百种杰出学术期刊  
中国精品科技期刊  
中国科协优秀期刊  
中国科学院优秀科技期刊  
新中国 60 年有影响力的期刊  
国家期刊奖

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

## Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 4 期  
Vol.31 No.4  
**2011**



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 31 卷 第 4 期      2011 年 2 月    (半月刊)

## 目 次

|                                                       |                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|
| 短期增温对青藏高原高寒草甸植物群落结构和生物量的影响 .....                      | 李 娜,王根绪,杨 燕,等 (895)  |
| 三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义 .....                     | 陶 敏,鲍大川,江明喜 (906)    |
| 白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位 .....                            | 王自力,陈 勇,陈晓鸣,等 (914)  |
| 宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性 .....                                 | 贺 奇,王新谱,杨贵军 (923)    |
| 脂肪酸对中华哲水蚤摄食两种海洋微藻的指示作用 .....                          | 刘梦坛,李超伦,孙 松 (933)    |
| 安徽菜子湖大型底栖动物的群落结构特征 .....                              | 徐小雨,周立志,朱文中,等 (943)  |
| 乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应 .....                    | 彭 欣,谢起浪,陈少波,等 (954)  |
| 海蜇养殖对池塘底泥营养盐和大型底栖动物群落结构的影响 .....                      | 冯建祥,董双林,高勤峰,等 (964)  |
| 竹巴笼矮岩羊 ( <i>Pseudos schaeferi</i> ) 昼间行为节律和时间分配 ..... | 刘国库,周材权,杨志松,等 (972)  |
| 干热河谷植物叶片,树高和种子功能性状比较 .....                            | 郑志兴,孙振华,张志明,等 (982)  |
| 石羊河中游沙漠化逆转过程土壤种子库的动态变化 .....                          | 马全林,张德魁,刘有军,等 (989)  |
| 基于 TM 影像、森林资源清查数据和人工神经网络的森林碳空间分布模拟 .....              | 汪少华,张茂震,赵平安,等 (998)  |
| 山地视觉景观的 GIS 评价——以广东南昆山国家森林公园为例 .....                  | 裴亦书,高 峻,詹起林 (1009)   |
| 基于功能分类的城市湿地公园景观格局——以西溪湿地公园为例 .....                    | 李玉凤,刘红玉,郑 因,等 (1021) |
| 水分胁迫下丛枝菌根 AM 真菌对民勤绢蒿生长与抗旱性的影响 .....                   | 贺学礼,高 露,赵丽莉 (1029)   |
| 农田灌溉对印度区域气候的影响模拟 .....                                | 毛慧琴,延晓冬,熊 喆,等 (1038) |
| 高大气 CO <sub>2</sub> 浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应 .....      | 张绪成,于显枫,马一凡,等 (1046) |
| 豌豆过氧化氢酶在烟草叶绿体中的过量表达提高了植物的抗逆性 .....                    | 王凤德,衣艳君,王海庆,等 (1058) |
| 不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价 .....                            | 王树刚,王振林,王 平,等 (1064) |
| 基于遥感与模型耦合的冬小麦生长预测 .....                               | 黄 彦,朱 艳,王 航,等 (1073) |
| 喷施 ABA 对两个穗型不同小麦穗颈节伤流、穗部性状及产量的影响 .....                | 崔志青,尹燕枰,田奇卓,等 (1085) |
| “稻鸭共生”生态系统稻季 N、P 循环 .....                             | 张 帆,隋 鹏,陈源泉,等 (1093) |
| 红壤丘陵区粮食生产的生态成本 .....                                  | 李 晓,谢永生,张应龙,等 (1101) |
| 甘南牧区草畜平衡优化方案与管理决策 .....                               | 梁天刚,冯琦胜,夏文韬,等 (1111) |
| 黄龙钙化滩流地物种-面积关系 .....                                  | 黄宝强,罗毅波,安德军,等 (1124) |
| 杉木人工林细根寿命的影响因素 .....                                  | 凌 华,袁一丁,杨智杰,等 (1130) |
| 长白落叶松林龄序列上的生物量及碳储量分配规律 .....                          | 巨文珍,王新杰,孙玉军 (1139)   |
| 生物肥与甲壳素和恶霉灵配施对香蕉枯萎病的防治效果 .....                        | 张志红,彭桂香,李华兴,等 (1149) |
| 北京城区不同水质水体可培养细菌数量的季节动态变化 .....                        | 高 程,黄满荣,陶 爽,等 (1157) |
| <b>专论与综述</b>                                          |                      |
| 整树水力导度协同冠层气孔导度调节森林蒸腾 .....                            | 赵 平 (1164)           |
| 植物寄生对生态系统结构和功能的影响 .....                               | 李钧敏,董 鸣 (1174)       |
| 加拿大一枝黄花的入侵机理研究进展 .....                                | 杨如意,咎树婷,唐建军,等 (1185) |

# 植物寄生对生态系统结构和功能的影响

李钧敏<sup>1,2</sup>, 董 鸣<sup>2,\*</sup>

(1. 台州学院生态研究所, 临海 317000; 2. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093)

**摘要:** 寄生植物是生态系统中的特殊类群之一。植物寄生可以驱动生态系统中生物与非生物因子的变化, 在生态系统结构与功能中起关键作用。寄生植物可以通过对寄主营养的集聚、改变凋落物的质量与数量、改变根的周转与分泌物格局、改变土壤水势, 从而影响土壤理化特性。寄生植物会改变寄主的行为, 改变寄主与非寄主植物之间的相互作用, 从而影响植物群落的结构、多样性和动态, 进而影响植被演替和植被生产力等。寄生植物与寄主均可被消费者取食, 可直接或间接地影响生态系统的食草动物, 包括草食昆虫等。寄生植物与寄主的其它寄生物存在竞争关系, 可以直接或间接地影响寄主的其它寄生植物或病原真菌。寄生植物可以明显地改变土壤地球化学循环, 将固有的不可动的成分转变为可利用的营养成分, 改变土壤生物群落的结构与功能, 从而显著影响地下生物群落。这些表明, 植物寄生对生态系统的结构和功能有重要影响。针对特殊的被入侵的植物群落, 该地寄生植物可以通过影响入侵植物寄主的生长、繁殖、生物量分配格局, 改变土壤的理化特性, 促进非寄主的非优势本地植物的生长, 从而改变被入侵植物群落结构与多样性, 达到生物防治及生态恢复的目的。

**关键词:** 植物寄生; 生态系统; 群落; 植物入侵

## Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems

LI Junmin<sup>1,2</sup>, DONG Ming<sup>2,\*</sup>

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

2 State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China

**Abstract:** Parasitic plants, represented by 4200 species, are ubiquitous in both natural and managed ecosystems. They acquire some or all of their water, carbon and nutrients by attaching to host roots or shoots using specialist structures known as haustoria. Most of them belong to the families of Orobanchaceae, Loranaceae, Santalaceae, Viscaceae and Cuscutaceae. Some of the parasitic plants are pathogenic angiosperms, and their parasitic behaviour can drive changes in the biotic and abiotic factors and thereby exert strong impacts on the structure and function of ecosystems. Parasitic plants can uptake nutrients from their hosts, change the quality and quantity of litter, consequently influencing soil physical and chemical properties. Parasitism can drive the growth and turnover of host roots, change the pattern of root exudation, change the carbon and nitrogen input into the soil, consequently changing soil physical and chemical properties. The high transpiration rate of parasitic plants can change the soil water potential. Plant parasitism can also change the atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature. Parasitic plants can alter their hosts' behavior, which can lead to changing interaction and competition between the host and the non-host species, thereby affecting the community structure, biodiversity and succession. Plant parasitism can reduce or increase ecosystem productivity dependent on the community traits and environmental conditions. Parasitic plants and their hosts can be consumed by herbivores including plant-feeding insects, consequently affecting the consumer behavior and consumer community structure. Plant parasites and non-plant parasites may share the same hosts and therefore they may compete with each other for host resources. Such interaction can directly or indirectly also affect other parasitic plants or pathogenic fungi. Parasitic plants can alter soil biogeochemical cycles. They can unlock tightly and long-held nutrients, making them more available to more host and non-host plants and altering the

**基金项目:** 国家自然科学基金(30800133); 中国博士后基金(20080440557)

**收稿日期:** 2010-01-01; **修订日期:** 2010-03-11

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dongming@ibcas.ac.cn

structure and function of the soil biotic community. Plant parasitism may also play an important role in the structure and function of ecosystems invaded by alien species. For instance, in an invaded plant community, native parasitic plants can use the invasive plants as hosts and thereby affect the growth, reproduction, biomass allocation of the invasive hosts, which may lead to changes in competitive balances between invasive host plants and non-host native plants, with repercussions for community structure and diversity. As a result, the physical, chemical and microbial properties of the soil under the invaded plant community may be altered, which may facilitate and promote the growth of non-dominant native plants, thereby changing the structure and diversity of the invaded plant community. Thus, native parasitic plants might be useful as biological control agents and they may contribute greatly to ecological restoration of invaded communities.

**Key Words:** plant parasitism; ecosystem; community; plant invasion

植物寄生常见于天然群落中。寄生植物是生态系统的特殊组成类群之一<sup>[1]</sup>。由于根系或叶片退化,或缺乏足够的叶绿素,寄生植物以特殊的吸器寄生在寄主植物的根或茎上,依靠从寄主吸收碳水化合物、营养和水分而生存<sup>[2]</sup>。关于寄生植物的生物学和生态学特性的研究较多<sup>[1-6]</sup>,但有关植物寄生对生态系统影响的研究却较少<sup>[6-8]</sup>。近年来,越来越多的科学家开始关注植物寄生引起的生态学后果等科学问题。

## 1 寄生植物类型与分布

全世界共有 4200 多种寄生植物,数量占种子植物的 1% 以上<sup>[9]</sup>,在自然和半自然生态系统中普遍存在。在被子植物中,多个科存在寄生现象<sup>[10]</sup>,包括乔木、灌木、藤本和草本植物,广泛分布于不同的生态环境中,并具有不同的生育习性及寄主识别特性<sup>[11-14]</sup>。寄生植物科属分布见表 1<sup>[15]</sup>。其中玄参科(Scrophulariaceae)中的寄生植物最多,桑寄生科(Loranthaceae)、檀香科(Santalaceae)、槲寄生科(Viscaceae)和菟丝子科(Cuscutaceae)中的寄生植物也比较多。

表 1 寄生植物科属分布<sup>[15]</sup>  
Table 1 Parasitic plants family and genera<sup>[15]</sup>

| 科<br>Family                       | 属的数量(估计)<br>Number of genera<br>(approximate) | 种的数量(估计)<br>Number of species<br>(approximate) | 寄生类型<br>Parasitism type | 典型属<br>Genera example                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 蛇菰科 Balanophoraceae <sup>①</sup>  | 18                                            | 45                                             | 根全寄生                    | 蛇菰属 <i>Balanophora</i> , 安第斯菰属 <i>Corynaea</i> , 锁阳属 <i>Cynomorium</i> , 非洲蛇菰属 <i>Thonningia</i>                                                                                                            |
| 菟丝子科 Cuscutaceae <sup>②</sup>     | 1                                             | 160                                            | 茎半寄生或全寄生                | 菟丝子属 <i>Cuscuta</i>                                                                                                                                                                                         |
| 根寄生科 Hydnoraceae                  | 2                                             | 15                                             | 根全寄生                    | <i>Hydnora</i> , <i>Prosopanche</i>                                                                                                                                                                         |
| 刺球果科 Krameriaceae                 | 1                                             | 17                                             | 茎半寄生或全寄生                | 刺球果属 <i>Krameria</i>                                                                                                                                                                                        |
| 樟科 Lauraceae                      | 1                                             | 20                                             | 茎半寄生                    | 无根藤属 <i>Cassytha</i>                                                                                                                                                                                        |
| 盖裂寄生科 Lennoaceae                  | 2                                             | 5                                              | 根全寄生                    | <i>Lennoa</i> , <i>Pholisma</i>                                                                                                                                                                             |
| 桑寄生科 Loranthaceae                 | 74                                            | 700                                            | 茎或根半寄生                  | <i>Amyema</i> , <i>Phthirusa</i> , 梨果寄生属 <i>Psittacanthus</i> , 钝果寄生属 <i>Tapinanthus</i>                                                                                                                    |
| 羽毛果科 Misodendraceae               | 1                                             | 8                                              | 茎半寄生                    | <i>Misodendrum</i>                                                                                                                                                                                          |
| 铁青树科 Olacaceae                    | 29                                            | 193                                            | 根半寄生                    | 青皮木属 <i>Schoepfia</i> , 海檀木属 <i>Ximenia</i>                                                                                                                                                                 |
| 山柚子科 Opiliaceae                   | 10                                            | 32                                             | 根半寄生                    | 西柚属 <i>Agonandra</i> , 山柚子属 <i>Opilia</i>                                                                                                                                                                   |
| 檀香科 Santalaceae <sup>③</sup>      | 40                                            | 490                                            | 根半寄生                    | 假柳穿鱼属 <i>Comandra</i> , 檀香属 <i>Santalum</i> , 百蕊草属 <i>Thesium</i>                                                                                                                                           |
| 槲寄生科 Viscaceae                    | 7                                             | 350                                            | 茎半寄生                    | 油杉寄生属 <i>Arceuthobium</i> , 寄生子属 <i>Phoradendron</i> , 槲寄生属 <i>Viscum</i>                                                                                                                                   |
| 大花草科 Rafflesiaceae <sup>④</sup>   | 8                                             | 50                                             | 茎或根全寄生                  | 簇花草属 <i>Cytinus</i> , 大花草属 <i>Rafflesia</i>                                                                                                                                                                 |
| 玄参科 Scrophulariaceae <sup>⑤</sup> | 78                                            | 1940                                           | 根半寄生                    | 假地黄属 <i>Agalinis</i> , 黑草属 <i>Buchnera</i> , 火焰草属 <i>Castilleja</i> , <i>Epifagus</i> , 小米草属 <i>Euphrasia</i> , 马先蒿属 <i>Pedicularis</i> , 列当属 <i>Orobanche</i> , 鼻花属 <i>Rhinanthus</i> , 独脚金属 <i>Striga</i> |

注:①包含锁阳科 Cynomoriaceae; ②也可称为旋花科 Convolvulaceae; ③包含房底珠科 Eremolepidaceae; ④包含离花科 Apodanthaceae, 簇花草科 Cytinaceae 和奴草科 Mitrastemonaceae; ⑤包含列当科 Orobanchaceae

根据寄生植物与寄主的关系、依赖程度或获取寄主营养成分的不同,可分为两大类:全寄生(holoparasite)植物和半寄生(hemiparasite)植物<sup>[9]</sup>。全寄生植物体内不含叶绿素,不能独立地同化碳素和氮素,无叶片或叶片退化,无光合作用能力,其导管和筛管分别与寄主植物木质部导管和韧皮部筛管相通,从寄主植物上获取自身生活需要的全部营养物质,包括水分、无机盐和有机物质等。全寄生植物可占全部寄生植物的 20% 左右,如菟丝子科植物。半寄生植物有正常的茎和叶,营养器官中含有叶绿素能进行光合作用,制造营养物质,但其光合作用水平低,且与高的呼吸作用相偶联,所以净同化作用获得的产物很少,不够自身生长所需,因根系缺乏,需要从寄主植物中吸取水分和无机盐,其导管与寄主植物的导管相连。半寄生植物可占全部寄生植物的 80% 左右。如桑寄生科、槲寄生科、樟科、玄参科等的植物。

根据寄生植物寄生寄主时部位的不同,即吸器产生在根上还是茎上,又可分为根寄生植物和茎寄生植物<sup>[9]</sup>。根寄生植物叶片退化成鳞片状,部分含叶绿素甚至无叶绿素,光合作用能力低,寄生在寄主植物的根部,地上部分与寄主彼此分离;如列当、独脚金、蛇菰等;根寄生植物占全部寄生植物的 60%。茎寄生植物寄生在寄主的茎上,两者紧密结合在一起<sup>[12-13]</sup>;如菟丝子、无根藤等;茎寄生植物占全部寄生植物的 40%。

根据生活史是否完成及可独立完成,又可将寄生植物分为专性寄生和兼性寄生。专性寄生植物如果不寄生寄主其生活史不能完成,而兼性寄生植物则可以离开寄主独立完成其生活史。

全寄生植物均是专性寄生植物,半寄生植物则可能是专性寄生植物,也可能是兼性寄生植物。菟丝子属植物为茎全寄生植物;而根寄生属植物为根全寄生植物;桑寄生科的寄生乔木 *Nuytsia floribunda*, 每年 12 月份开花,称为“圣诞树”,是专性根半寄生植物;鼻花属(*Rhinanthus*)植物则为兼性根半寄生植物;槲寄生(*Mistletoe*)是专性茎半寄生植物。

在所有的寄生植物中,仅有一部分寄生植物对植物具有危害性,被认为具有致病力(表 2)<sup>[10]</sup>。这些寄生植物可以致死寄主,引起植物种群、群落乃至生态系统结构与功能发生变化,其中危害性最大的为独脚金属(*Striga*)、列当属(*Orobanchae*)、菟丝子属(*Cuscuta*)和油杉寄生属(*Arceuthobium*)。

表 2 具有致病力的寄生植物<sup>[10]</sup>Table 2 Selected pathogenic parasitic angiosperms<sup>[10]</sup>

| 科 Family            | 寄生植物 Parasitic plant            | 寄主 Host         | 分布地 Distribution |
|---------------------|---------------------------------|-----------------|------------------|
| 菟丝子科 Convolvulaceae | 田野菟丝子 <i>Cuscuta campestris</i> | 多种作物,特别是豆类      | 世界各地             |
| 樟科 Lauraceae        | 无根藤 <i>Cassytha filiformis</i>  | 木本植物            | 泛热带              |
| 列当科 Orobanchaceae   | 野菰 <i>Aeginetia indica</i>      | 甘蔗              | 印度,菲律宾,印度尼西亚     |
|                     | <i>Alectra vogellii</i>         | 豇豆              | 非洲               |
|                     | <i>Christisonia wightii</i>     | 甘蔗              | 菲律宾              |
|                     | 高大麻列当 <i>Orobanche ramosa</i>   | 各种作物,特别是茄科      | 在内陆气候下比较严重,但广泛传播 |
|                     | 锯齿列当 <i>Orobanche crenata</i>   | 主要是豆类、胡萝卜类      | 在内陆气候下比较严重       |
|                     | 列当 <i>Orobanche minor</i>       | 豆科、烟草、胡萝卜及其它农作物 | 在温带广泛传播          |
|                     | <i>Rhamphicarpa fistulosa</i>   | 花生、水稻           | 非洲               |
|                     | <i>Seymeria cassioides</i>      | 松属              | 美国南部             |
|                     | 玄参科 Scrophulariaceae            |                 |                  |
|                     | <i>Striga hermonthica</i>       | 谷物              | Semi-arid Africa |
|                     | <i>Striga asiatica</i>          | 谷物              | 非洲,入侵            |
|                     | <i>Striga gesnerioides</i>      | 豆科              | 非洲,引种至佛罗里达       |
| 桑寄生科 Loranthaceae   | <i>Agelanthus</i> spp.          | 牛油树             | 布基纳法索国           |
|                     | <i>Amyema</i> spp.              | 桉树              | 澳大利亚             |
|                     | <i>Tapinanthus bangwensis</i>   | 可可              | 非洲               |
|                     | 五蕊寄生属 <i>Dendrophthoe</i> spp.  | 木棉等             | 亚洲               |
|                     | <i>Phthirusa</i> spp.           | 天然橡胶、柚木         | 美洲中部与南部          |
|                     | <i>Psittacanthus</i> spp.       | 柑桔属             | 墨西哥              |

续表

| 科 Family         | 寄生植物 Parasitic plant             | 寄主 Host | 分布地 Distribution |
|------------------|----------------------------------|---------|------------------|
| 檀香科 Santalaceae  | <i>Acanthosyris pauloalvimii</i> | 可可      | 巴西               |
|                  | <i>Exocarpos</i> spp.            | 桉树      | 澳大利亚             |
|                  | <i>Osyris alba</i>               | 葡萄      | 南斯拉夫             |
|                  | 短柔毛檀梨 <i>Pyralia pubera</i>      | 南部香脂冷杉  | 西弗吉尼亚州,美国        |
|                  | 百蕊草属 <i>Thesium</i> spp.         | 甘蔗、大麦等  | 澳大利亚,西班牙,非洲,美国   |
| 槲寄生科 (Viscaceae) | 油杉寄生属 <i>Arceuthobium</i> spp.   | 松科和柏科   | 北美洲、欧洲、亚洲、非洲     |
|                  | <i>Dendrophthora poeppigii</i>   | 天然橡胶    | 巴西               |
|                  | 寄生子属 <i>Phoradendron</i> spp.    | 各种乔木    | 美国北部、中部与南部       |
|                  | 槲寄生属 <i>Viscum</i> spp.          | 各种乔木    | 欧洲,非洲,澳大利亚,亚洲    |

2 植物寄生对生态系统结构与功能的影响

总体而言,寄生植物可以驱动生态系统中生物与非生物因子的变化,在生态系统结构形成与功能维持中起关键作用,被认为是群落中的关键种<sup>[1, 16]</sup>,是自生或异生的生态系统工程师<sup>[17]</sup>。但是目前有关群落水平的相关研究太少,限制了人们对天然群落中寄生植物的重要性的认识<sup>[8]</sup>。现对生态系统的4种主要组成成分分别介绍。

2.1 对非生物环境的影响

2.1.1 对土壤理化性质的影响

植物寄生可以显著影响群落的地下土壤环境,使土壤环境产生异质性。寄生植物,尤其是根半寄生植物,可以显著地增加土壤的营养循环(尤其是N和P)。Bardgett等<sup>[18]</sup>揭示在寄生植物小佛甲草存在时,土壤溶液中的氮源增加,土壤氮矿化率可增加至174%,可利用氮、可解离的有机氮均增加两倍以上,有利于草地植物的生长。

寄生植物从寄主吸收大量的养分并聚集,具有比寄主更高的营养的浓度<sup>[19-20]</sup>,如根半寄生植物的N和P可达到寄主的2—4倍<sup>[21-23]</sup>;槲寄生的K浓度可比其寄主高20倍<sup>[24]</sup>。寄生植物死亡后可产生高质量的易分解的凋落物。这些凋落物比其它共存的物种的凋落物降解更快,并且释放营养更快<sup>[23-25]</sup>,从而导致原本残留在寄主体内的营养物质被在大量释放,显著提高土壤的营养成分。*Bartsia alpina*的凋落物可以使落叶的氮浓度提高两倍,使周围5 cm半径内土壤氮含量增加42%<sup>[23]</sup>。

其次,寄生植物可以通过增加凋落物的数量来改变土壤的理化性质。如槲寄生的存在虽然不影响寄主的凋落物,但其自身额外的凋落物可使凋落物总量增加,可达总量的189%,从而影响地下环境<sup>[26]</sup>。寄生植物*Bartsia alpina*的存在可以促进两个共存物种*Beula nana*和*Poa alpina*的生长,导致凋落物数量增加50%,从而改变土壤的理化性质<sup>[22]</sup>。

第三,寄生植物寄生寄主后可以驱动寄主根的生长和周转、根的分泌物格局,改变输入到土壤的碳,影响分解者的活性与营养的矿化,改变生物地球化学循环,从而改变土壤的理化性质<sup>[18]</sup>。

另外,寄生植物具有高的蒸腾速率,因此对土壤水势带来一定的影响<sup>[27]</sup>。Marvier<sup>[28]</sup>发现根半寄生植物*Triphysaria pusillius*当寄生在偏好的草地寄主时,具有高的蒸腾速率,引起寄主水势的减少,从而导致土壤水势的减少,这种变化使寄主周边的土壤环境不利于其它非优势植物的生长。

2.1.2 对其它非生物环境的影响

除土壤环境外,寄生植物还可影响大气CO<sub>2</sub>浓度和花的温度,以吸引传粉昆虫<sup>[6]</sup>。Patiño等<sup>[29]</sup>发现大花草属(*Rafflesia*)的花为一种吸热的花,可产生50—60 W/m<sup>2</sup>的热量,使花内的温度可比周边的空气温度高出1—6℃;气孔区域的CO<sub>2</sub>浓度比膈表面要高出17倍,而比花的表面要高出76倍,比花下的空气要高出76倍。寄生植物黄独脚金(*Striga hermonthica*)可以使其冠层的温度比寄主高粱叶片及周边空气的温度下降7℃<sup>[30]</sup>。

## 2.2 对生产者的影响

寄生植物的寄主——绿色植物为生态系统中的生产者。寄生植物直接寄生在寄主上,可以改变寄主的行为,改变寄主与非寄主植物之间的竞争关系<sup>[31]</sup>,从而级联影响群落物种组成与多样性、植被循环、地带性植被的变化及群落的生产力等<sup>[6]</sup>。

### 2.2.1 对植物群落多样性的影响

寄生植物对植物群落多样性的影响取决于寄生植物对群落优势种的偏好特性。寄生植物可以选择性地抑制其偏好的寄主的生物量,改变偏好与非偏好物种之间的竞争平衡<sup>[32-34]</sup>,从而间接地导致植物群落物种组成的变化<sup>[35-37]</sup>。这种影响的强度取决于寄生植物对寄主的寄生的强度与专性程度,专性寄生的寄生植物要比非专性寄生的寄生植物对寄主植物群落的结构的影响要大得多<sup>[35]</sup>。

如果寄生植物偏好的物种是群落竞争优势种,那么寄生可以抑制竞争优势种,促使竞争非优势种的生长<sup>[1]</sup>,从而增加植物群落的多样性。鼻花属植物偏好草本寄主,鼻花属植物的寄生在减少草地的生物量的同时增加草地物种的丰富度<sup>[38]</sup>,使低多样性草地恢复成高多样性的草地<sup>[39]</sup>。茎寄生植物盐沼菟丝子(*Cuscuta salina*)偏好群落优势种弗吉尼亚盐草(*Salicornia virginica*),从而抑制弗吉尼亚盐草的生长,促进非优势种 *Limonium californicum* 和 *Frankenia salina* 的生长,从而增加了群落多样性<sup>[34,36]</sup>。

如果寄生植物偏好的物种是群落非优势种的话,那么寄生植物可以减少群落中非优势种的丰富度,从而减少群落多样性。Gibson 和 Warkinson<sup>[35,40]</sup>发现在沙丘生态系统中,根半寄生植物小佛甲草(*Rhinanthus minor*)偏好群落中的非优势种,从而减少了群落多样性。

如果寄生植物非偏好物种的数量足够多,可以隐藏寄生植物偏好物种,那么寄生植物偏好物种的丰富度不会减少。如,寄生植物鼻花属植物偏好豆科植物,但 Davis 等<sup>[38]</sup>发现当群落中其它草本植物高于豆科植物时,可以隐藏豆科植物,使豆科植物不易被鼻花属的植物获得,导致鼻花属植物寄生在其它草本植物根上更多一些,从而使豆科植物的丰富度不被减少,反而出现增加的趋势。

### 2.2.2 对植物群落植被动态和地带性植被的变化的影响

植物寄生会导致寄主的局部灭绝,但同时寄生植物也会由于寄主的死亡而发生局部灭绝;随后,最初被抑制的寄主又会重新生长,接着寄生植物又会重建。这种动态类似于捕食者与被捕食者之间的关系<sup>[41]</sup>。因此,植物寄生引起的植物群落植被动态和地带性植被的变化常是可变的,可以随着环境条件的变化而变化,随着寄生植物自身的行为而变化。例如,盐沼菟丝子可以抑制优势种弗吉尼亚盐草的生长,当寄主弗吉尼亚盐草死亡后,盐沼菟丝子也随之死亡,留出来的空间促进了非优势种 *Limonium californicum* 和 *Frankenia salina* 的生长,但盐沼菟丝子死亡后,弗吉尼亚盐草又可重新建成,从而恢复成优势种;接着弗吉尼亚盐草又会被盐沼菟丝子寄生而死亡,从而引起弗吉尼亚盐草植被的动态循环<sup>[36]</sup>。欧洲草地上,被小佛甲草寄生的草地斑块很快就丰富度下降,小佛甲草也随之消失;而邻近的未感染的草地又会适合小佛甲草幼苗的产生;留下的植被会很快恢复,又会被小佛甲草感染;循环往复进行,导致小佛甲草斑块看起来随着时间的变化而波动,随植被的移动而移动<sup>[40]</sup>。

寄生植物与寄主之间的相互作用可被环境因子所限制,环境因子可以影响寄生植物和寄主及非寄主三者之间的竞争强度,从而调控植被的地带性变化。Callaway 和 Pennings<sup>[34]</sup>研究发现弗吉尼亚盐草在低盐的沼泽区为优势种,而 *Arthrocnemum subterminale* 在高盐的沼泽区占优势,而两者在群落交错区有强烈的竞争;盐沼菟丝子偏好寄生弗吉尼亚盐草,从而给 *Arthrocnemum subterminale* 提供了一个竞争优势,有效地制止了弗吉尼亚盐草侵入 *Arthrocnemum subterminale* 的群落地带。Pennings 和 Callaway<sup>[36]</sup>研究发现由于潮汐的作用导致高位沼泽区盐沼菟丝子的生长要旺盛。在高位沼泽区,盐沼菟丝子偏好弗吉尼亚盐草,而不去侵染 *Arthrocnemum subterminale*、*Frankenia salina* 和 *Limonium californicum*,导致这几个物种成为群落的优势种;但在低位沼泽区,虽然盐沼菟丝子偏好寄生弗吉尼亚盐草,但由于盐沼菟丝子的生长较弱,因此盐沼菟丝子对该群落中的植物的结构组成及竞争的影响并不明显。

### 2.2.3 对植物群落功能的影响

关于植物寄生对植物群落功能的影响的研究较少,仅见对有关植物群落生产力的影响。植物寄生可减少寄主的生物量,增加自身的生物量;但由于寄生植物自身的生物量很低,因此寄主减少的生物量会远远大于其自身增加的生物量<sup>[33, 42-45]</sup>,从而减少植物群落的生产力<sup>[6, 33, 36, 43-46]</sup>。Bargett<sup>[18]</sup>发现小佛甲草可以显著地减少地上群落的生物量。但是对于半寄生植物来说,如果寄生植物的生物量可以补偿或超出植物减少的生物量时,会最终提高植物群落的生产力<sup>[37, 47]</sup>。另一方面,寄生植物也可通过产生高营养易分解的凋落物以及提高凋落物的降解率<sup>[21-22]</sup>促进非寄主植物对营养的吸收,增加了非寄主植物的生物量,从而提高了群落生产力<sup>[23, 26]</sup>。如澳大利亚森林群落中,半寄生植物 *Bartsia alpina* 即可通过此途径增加群落的总生物量<sup>[26]</sup>。Ameloot 等<sup>[48]</sup>也发现根半寄生植物 *Rhinanthus angustifolius* 和小佛甲草可以产生高营养的凋落物从而增加地上植被的生物量,增加物种多样性,促进群落恢复。研究还发现槲寄生 *Phoradendron juniperinum* 的寄生可以吸引食果实的鸟类的采食,从而保护了寄主樱桃圆柏 (*Juniperus monosperma*) 的种子,导致其果实产量增加 10—15 倍,而群落中的幼苗数量增加 2 倍<sup>[49]</sup>。

另外,植物寄生对植物群落生物量的影响受到群落自身特征的影响。Matthies 和 Egli<sup>[45]</sup>研究发现在低营养条件下,当寄生植物与寄主所需要的资源是有限的時候,植物寄生对寄主的生物量的减少将达到最大。Joshi 等<sup>[50]</sup>研究发现在功能多样性高的草地群落中,鼻花属植物 *Rhinanthus alectorolophus* 引起群落生物量减少的幅度要小一些。

总之,寄生植物对植物群落总生物量的影响具有不确定性,受到群落特征、外界环境等因素的影响,但以负面影响居多<sup>[36]</sup>。

### 2.3 植物寄生对消费者的影响

生态系统中的消费者可以寄生植物或寄主植物为食,由于寄生植物可以影响寄主植物的生物量,可以介导寄主植物与其它物种之间的相互作用,因此,也可通过食物链直接或间接地影响生态系统的消费者<sup>[6]</sup>,如鸟类、食草昆虫、其它寄生植物和病原真菌。

#### 2.3.1 对食草昆虫及动物的影响

寄生植物从寄主摄取营养物质,而草食的昆虫和动物可以消耗寄主植物,寄生植物与食草动物竞争寄主的营养,寄生植物与食草的昆虫与动物之间为竞争关系,因此,寄生植物可以间接地影响这些生物的生物量及多样性。寄生植物从寄主植物吸收营养物质,寄主植物被寄生植物减弱后很容易被采食<sup>[6]</sup>。这种影响是相互的,当寄主被食草动物严重捕食后,寄生植物的寄生也会减弱。Salonen 和 Puustinen<sup>[51]</sup>观察到寄主纤细剪股颖 (*Agrostis capillaris*) 的部分落叶可以减少寄生植物 *Rhinanthus serotinus* 的开花。但也有相反的情况发生,食草动物不愿采食被寄生植物寄生的寄主<sup>[6]</sup>。如 Puustinen 和 Mutikainen<sup>[52]</sup>发现寄生植物 *Rhinanthus serotinus* 寄生白三叶草 (*Trifolium repens*) 可以减少寄主被蜗牛 (*Arianta arbustorum*) 取食。

食草昆虫或动物也可大量采集寄生植物,如食果实的鸟类可以大量消耗槲寄生属植物的浆果,从而传播种子<sup>[53]</sup>。槲寄生植物的颗粒、花和叶片可供 66 个科的鸟类、30 个科的哺乳动物、部分鱼类及更多的未知食草昆虫食用<sup>[54]</sup>。食草昆虫或动物对寄生植物的采食受到寄主的营养状态的影响,如果寄主具有较好的营养,则可以吸引更多的食草昆虫或动物的采集,引起种群的增加。如以根半寄生植物 *Castilleja wightii* 为食的蚜虫 *Nearctaphis kachena* 与寄主的氮浓度存在显著的正相关<sup>[48]</sup>。同时,寄生植物可以通过吸收寄主的次生代谢产物来影响食草动物<sup>[4, 55]</sup>。如,寄生植物从寄主体内获得对食草动物的毒性的生物碱,可以减弱食草动物的取食<sup>[56]</sup>。

如果受影响的食草昆虫或动物是寄主或寄生植物的传粉媒介<sup>[29]</sup>或种子扩散媒介<sup>[53]</sup>,那么寄生植物就可以吸引足够数量的动物以改变整体的营养输入,修饰相邻植物的生长与竞争动力学,改变植物群落的组分与结构,增加物种丰富度<sup>[8]</sup>。

#### 2.3.2 对食草昆虫及动物群落的影响

有关植物寄生对生态系统其它营养级生物群落结构及功能的影响的研究很少。Bennetts 等<sup>[57]</sup>于 1989—

1990 年期间在美国科罗拉多州美国黄松林的研究中发现,矮槲寄生 (*Arceuthobium vaginatum*) 的寄生虽然可以减少美国黄松林的生长、繁殖,最终减少树木产量,但却可以增加群落中鸟类的数量与多样性,并认为与矮槲寄生引起树林中突出物的增多有利于鸟类筑巢有关。

### 2.3.3 对寄主其它寄生物的影响

当两种寄生物共同竞争寄主时,会产生两种情况:(1)其中一种寄生物减弱寄主,从而有利于另一种寄生物的生长;(2)两种寄生物共同竞争寄主资源<sup>[6]</sup>。有关这方面的研究较少, Puustinen 等<sup>[58]</sup>发现三叶草胞囊线虫 (*Arceuthobium vaginatum*) 寄生红三叶 (*Trifolium pretense*) 后,可以减弱根半寄生植物 *Rhinanthus serotinus* 的产量达 74%—81%,但反过来根半寄生植物的寄生对三叶草胞囊线虫的种群大小及数量并没有显著性影响,这可能与两者的竞争能力有关。

### 2.4 对分解者的影响

虽然越来越多的科学家开始关注地下生态学部分,但有关植物寄生对群落地下部分的影响的相关报道很少。

寄生植物对土壤有机体的影响很大。虽然寄生植物,通过根系与土壤系统的影响可能很小或是不存在,但是它们可以间接地影响土壤微生物的数量及活性,尤其是土壤真菌。Gehring 和 Whitham<sup>[59]</sup>发现丛枝菌根真菌在 *Juniper monosperma* 根中的拓殖与槲寄生 *Phoradendron juniperum* 的密度呈负相关。小佛甲草的寄生可以减少寄主 *Lolium perenne* 根部大约 30% 的菌根真菌的拓殖<sup>[38]</sup>。这主要是由于寄生植物可以与寄主及丛枝菌根真菌竞争碳源。如果丛枝菌根真菌对寄主的碳的竞争能力比半寄生植物要弱的话,那么菌根真菌的拓殖会被减少。Gehring 和 Whitham<sup>[59]</sup>发现雌的寄主可将更多的光合产物投资到繁殖结构上,从而引起槲寄生与丛枝菌根真菌竞争光合产物,导致丛枝菌根真菌的感染下降。

但是丛枝菌根真菌的拓殖可以促进寄主的生长及繁殖,增强了寄主的营养,从而有利于寄生植物的生长。Salonen 等<sup>[60]</sup>观察到当寄主 *Pinus sylvestris* 被内生真菌拓殖时,半寄生植物 *Melampyrum pratense* 的生长、繁殖得到增强。

寄生植物,特别是根半寄生植物,可以明显地改变营养循环,将固有的不可动的成分转变为可利用的营养成分,改变土壤生物结构与功能,从而显著影响地下微生物群落。另外,寄生植物还可通过输入营养丰富的凋落物来影响土壤微生物<sup>[61]</sup>。凋落物的质量也可以影响真菌群落组成及土壤细菌和真菌组分的平衡,营养丰富的凋落物可以支持更多、更有活性的微生物种群<sup>[6]</sup>。目前,有关寄生植物改变对土壤的营养输入,从而影响土壤微生物、土壤营养循环的研究较少,这方面的研究将会有助于阐明寄生植物影响其它物种的机理<sup>[62]</sup>。

## 3 植物寄生对入侵植物的影响

入侵植物从其原产地进入入侵地后,迅速存活、繁殖,成为入侵地的优势种。在广东省野外观察发现茎全寄生植物田野菟丝子可以寄生入侵植物薇甘菊 (*Mikania micrantha*),而在浙江省和江西省野外也发现茎全寄生植物南方菟丝子寄生入侵植物喜旱莲子草。植物寄生可显著地影响入侵植物的生长、繁殖、生物量分配格局,最终导致入侵植物群落结构发生变化,达到生物防治的目的<sup>[63-65]</sup>。

### 3.1 对入侵植物薇甘菊生长及繁殖的影响

早在 1972 年, Parker 等<sup>[66]</sup>就发现田野菟丝子 (*Cuscuta campestris*) 可以抑制入侵植物薇甘菊的生长。自 2002 年开始,研究人员对田野菟丝子寄生入侵植物薇甘菊后对寄主的生长、繁殖、生理特性等进行了深入的研究<sup>[64-65, 67-72]</sup>。田野菟丝子的寄生可以显著地减少薇甘菊的生物量、叶的数量和面积、根分节的数量、分枝数<sup>[69]</sup>,降低寄主的净光合速率及净第一生产力<sup>[65]</sup>,改变生物量分配格局<sup>[70]</sup>,改变叶片的营养格局<sup>[71]</sup>,抑制其开花及种子产率<sup>[64, 72]</sup>。在薇甘菊入侵群落中, Lian 等<sup>[70]</sup>发现田野菟丝子寄生后,入侵植物薇甘菊的生物量从 328 g/m<sup>2</sup> 下降至 82 g/m<sup>2</sup>,而其它非优势的伴生植物的生物量从 41 g/m<sup>2</sup> 增加至 145 g/m<sup>2</sup>。

### 3.2 植物寄生对被入侵植物群落的影响

与正常植物群落一样,植物寄生可以改变入侵植物的行为,改变入侵植物与群落中非入侵植物之间的竞

争相互作用,从而影响群落物种组成与多样性。田野菟丝子寄生可以显著性地减少入侵植物薇甘菊的盖度和群落多样性<sup>[66-67,69]</sup>。咎启杰等<sup>[67]</sup>发现田野菟丝子寄生薇甘菊后,群落中薇甘菊的盖度由 75%—95% 降低到 18%—25%,群落的物种多样性明显增加。Lian 等<sup>[70]</sup>发现田野菟丝子寄生入侵植物薇甘菊群落后,总的物种数量从 7 增加至 19,物种多样性指数从 1.8 增加至 5.6。Yu 等<sup>[69]</sup>发现人工引入田野菟丝子可以增加物种的丰富度及入侵群落的 Shannon 多样性指数。随着寄生时间的延长,效果越来越显著。可以显著地降低薇甘菊的盖度,增加天然物种的盖度,随着寄生时间的延长,效果越来越显著。而菟丝子的盖度可在引入的第 2 年达到高峰,然后逐年下降。人工引入田野菟丝子后,对薇甘菊有明显的偏好,寄生比率可达 33.3%—73.3%,但对天然物种的寄生比率就很低,小于 9.5%;而在天然寄生田野菟丝子的薇甘菊群落中,田野菟丝子对寄主薇甘菊具有类似的显著性效应,且在样地之间不存在差异,且田野菟丝子对薇甘菊的偏好更为明显,寄生比率可达 66.7%—73.3%,而天然物种的寄生比率可小于 9.0%。田野菟丝子对薇甘菊的寄生可以减弱薇甘菊与本地物种之间竞争能力,从而给本地物种提供了充足的光资源与土壤营养<sup>[67,69]</sup>,有利于本地群落的恢复。

### 3.3 植物寄生对入侵植物群落土壤环境及微生物的影响

植物寄生可以显著地改变入侵植物群落土壤环境。李钧敏等<sup>[74]</sup>研究发现田野菟丝子寄生可以使土壤的 pH 值、有机碳、全氮、有机氮、氨态氮和无机氮含量显著下降,土壤微生物生物量碳、氮、磷、土壤酸性磷酸酶、脲酶及  $\beta$ -D-葡萄糖苷酶活性显著下降,对土壤全磷、有效磷和硝态氮则无明显影响。Yu 等<sup>[69]</sup>经过比较研究发现田野菟丝子寄生可以显著性地增强土壤 pH 和营养成分(有机质、总氮、总磷、速效磷与速效钾),增强其它非优势的本地植物的多样性及群落盖度。田野菟丝子寄生后,可以从薇甘菊吸收更多的营养物质,改变了土壤的营养循环,打破了土壤微生物群落的动态平衡,同时田野菟丝子寄生也可以改变凋落物的质量和数量,从而引起土壤微生物生物量的改变,酶活性的改变,而最终引起土壤理化特性的改变。

植物寄生也可显著地改变入侵植物群落土壤微生物群落的结构与功能。采用 BIOLOG 技术与 PCR-DGGE 技术分析了田野菟丝子寄生群落土壤微生物的功能多样性与结构多样性,发现田野菟丝子寄生可以显著地下降入侵植物群落土壤微生物的碳源利用能力和功能多样性,改变土壤微生物群落结构与功能,不利于薇甘菊的入侵。

## 4 小结

通过直接与间接作用,寄生植物对生态系统中的各个组成成分均可产生重要作用:

(1) 寄生植物可以通过对寄主营养的集聚、改变凋落物的质量与数量、改变根的周转与分泌物格局、改变土壤水势,从而影响土壤非生物环境的理化特性。另外,寄生植物也可改变大气  $\text{CO}_2$  浓度及植物周边的温度。

(2) 寄生植物会改变寄主的行为,改变寄主与非寄主植物之间的相互作用,从而影响植物群落的结构、多样性和动态,进而影响植被动态和植被生产力等。寄生植物对植物群落的影响取决于寄生植物对寄主的偏好特性,以及寄生植物的生长强度。

(3) 寄生植物与寄主均可被消费者取食,可直接或间接地影响生态系统的食草昆虫或动物等。寄生植物与寄主的其它寄生物存在竞争关系,可以直接或间接地影响寄主的其它寄生植物或病原真菌。

(4) 寄生植物可以明显地改变土壤地球化学循环,将固有的不可动的成分转变为可利用的营养成分,改变土壤生物结构与功能,从而显著影响地下生物群落。

(5) 寄生植物可以通过影响入侵植物寄主的生长、繁殖、生物量分配格局,改变土壤的理化特性,促进非寄主的非优势本地植物的生长,从而改变入侵植物群落结构与多样性,达到生物防治及生态恢复的目的。

## 5 展望

寄生植物是生态系统中的特殊类群之一,但对其关注较少。目前,越来越多的研究关注寄生植物带来的群落生态学效应,以丰富群落生态学的研究理论与方法。以下几个方面的研究将成为该领域的热点:

(1) 寄生植物对寄主的偏好机理及偏好特性对群落的生态学效应。

(2) 植物寄生对地下环境及微生物的影响及机理,即寄生植物带来的地下生态学效应。

- (3) 植物寄生对群落中物种间竞争的影响及对群落的生态学效应。
- (4) 寄生植物与寄主之间的信号传导及间接响应,及这种响应所引发的生态学效应。
- (5) 植物寄生引起的生态系统其它营养级生物的变化。
- 总体而言,有关寄生植物的研究仍较少,基于实验室及天然群落的研究仍需进一步进行。

## References:

- [ 1 ] Press M C. Dracula or Robin Hood? A functional role for root hemiparasites in nutrient poor ecosystems. *Oikos*, 1998, 82(3): 609-611.
- [ 2 ] Smith D. The population dynamics and community ecology of root hemiparasitic plants. *American Naturalist*, 2000, 155: 13-23.
- [ 3 ] Hibberd J M, Jeschke W D. Solute flux into parasitic plants. *Journal of Experimental Botany*, 2001, 52: 2043-2049.
- [ 4 ] Hu F, Kong C H. Parasite plants chemical recognition to host. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(5): 965-971.
- [ 5 ] Hu F, Kong C H, Zhang Z X, Liang W J, Wang P. Selection behavior of *Cuscuta japonica* on their hosts. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(2): 323-327.
- [ 6 ] Pennings S C, Callaway R M. Parasitic plants: parallels and contrasts with herbivores. *Oecologia*, 2002, 131: 479-489.
- [ 7 ] Press M C, Phoenix G K. Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist*, 2005, 166(3): 737-751.
- [ 8 ] Watson D M. Parasitic plants as facilitators: more Dryad than Dracula?. *Journal of Ecology*, 2009, 97: 1151-1159.
- [ 9 ] Sheng J H, Zhang X J, Liu H Y, Li L. Summary on parasitic plants. *Bulletin of Biology*, 2006, 41: 9-12.
- [ 10 ] Nickrent D L, Musselman L J. Introduction to parasitic flowering plants. *The Plant Health Instructor*, 2004, 13: 300-315.
- [ 11 ] Sheng J H, Zhai Z X, Guo Y H. Morphology of seed germination and haustorium formation in *Cistanche deserticola*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2004, 35(9): 1047-1049.
- [ 12 ] Li Z J, Duan H J, Lu C X, Yu J. Developmental anatomy studies on the stem of *Cynomorium songaricum*. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2002, 22(3): 526-529.
- [ 13 ] Yoder J I. Host-plant recognition by parasitic Scrophulariaceae. *Current Opinion in Plant Biology*, 2001, 4: 359-365.
- [ 14 ] Phoenix G K, Press M C. Linking physiological traits to impacts on community structure and function: the role of root hemiparasitic Orobanchaceae (ex-Scrophulariaceae). *Journal of Ecology*, 2005, 93: 67-78.
- [ 15 ] Robinson R. Parasitic plants//Plant Sciences (Macmillan Science Library). USA: Gale Group Press, 2000.
- [ 16 ] Watson D M. Mistletoe-A keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001, 32: 21-249.
- [ 17 ] Jones C G, Lawton J H, Shachak M. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 1994, 69 (3): 373-386.
- [ 18 ] Bardgett R D, Smith R S, Shiel R S, Peacock S, Simkin J M, Quirk H, Hobbs P J. Parasitic plants indirectly regulate below-ground properties in grassland ecosystems. *Nature*, 2006, 439: 969-972.
- [ 19 ] Lamont B B. Mineral nutrition of mistletoes//The Biology of Mistletoes. New York: Academic Press, 1983: 185-204.
- [ 20 ] Pate J S. Mineral relationships of parasite and their hosts//Press M C, Graves J D, eds. Parasitic Plants. London. UK: Chapman & Hall, 1995: 80-102.
- [ 21 ] Quested H M, Cornelissen J H C, Press M C, Callaghan T V, Aerts R, Trosien F, Riemann P, Gwynn-Jones D, Kondratyuk A, Jonasson S E. Decomposition of sub-arctic plants with differing nitrogen economies: a functional role for hemiparasites. *Ecology*, 2003, 84: 3209-3221.
- [ 22 ] Quested H M, Press M C, Callaghan T V. Litter of the hemiparasite *Bartsia alpina* enhances plant growth: evidence for a functional role in nutrient cycling. *Oecologia*, 2003, 135: 606-614.
- [ 23 ] Quested H M, Press M C, Callaghan T V, Cornelissen J H C. The hemiparasitic angiosperm *Bartsia alpina* has the potential to accelerate decomposition in sub-arctic communities. *Oecologia*, 2002, 130: 88-95.
- [ 24 ] Ashton D H. Studies of litter in *Eucalyptus regnans* forest. *Australian Journal of Botany*, 1975, 23(3): 413-433.
- [ 25 ] Quested H M, Callaghan T V, Cornelissen J H C, Press M C. The impact of hemiparasitic plant litter on decomposition: direct, seasonal and litter mixing effects. *Journal of Ecology*, 2005, 93: 87-98.
- [ 26 ] March W A, Watson D M. Parasites boost productivity: effects of mistletoe on litterfall dynamics in a temperate Australian forest. *Oecologia*, 2007, 154: 339-347.
- [ 27 ] Ehleringer J R, Marshall J D. Water relations//Press M C, Graves J D, eds. Parasitic Plants. London, UK: Chapman & Hall, 1995.
- [ 28 ] Marvier M A. Parasite impacts on host communities: plant parasitism in a California coastal prairie. *Ecology*, 1998, 79: 2616-2623.
- [ 29 ] Pati o S, Aalto T, Edwards AA, Grace J. Is *Rafflesia* an endothermic flower? *New Phytologist*, 2002, 154: 429-437.
- [ 30 ] Press M C, Nour J J, Bebawi F F, Stewart G R. Antitranspirant induced heat stress in the parasitic plant *Striga hermonthica* a novel method of control. *Journal of Experimental Botany*, 1989, 40: 585-591.

- [31] Medel R. Assessment of parasite mediated selection in a host-parasite system in plants. *Ecology*, 2000, 81: 1554-1564.
- [32] Gibson C C, Watkinson A R. Host selectivity and the mediation of competition by the root hemiparasite *Rhinanthus minor*. *Oecologia*, 1991, 86: 81-87.
- [33] Matthies D. Interactions between the root hemiparasite *Melampyrum arvense* and mixtures of host plants: Heterotrophic benefit and parasite-mediated competition. *Oikos*, 1996, 75: 118-124.
- [34] Callaway R M, Pennings S C. Impact of a parasitic plant on the zonation of two salt marsh perennials. *Oecologia*, 1998, 114: 100-105.
- [35] Gibson C C, Watkinson A R. The role of the hemiparasitic annual *Rhinanthus minor* in determining grassland community structure. *Oecologia*, 1992, 89: 62-68.
- [36] Pennings S C, Callaway R M. Impact of a parasitic plant on the structure and dynamics of salt marsh vegetation. *Ecology*, 1996, 77: 1410-1419.
- [37] Joshi J, Matthies D, Schmid B. Root hemiparasites and plant diversity in experimental grassland communities. *Journal of Ecology*, 2000, 88: 634-644.
- [38] Davies D M, Graves J D, Elias C O, Williams P J. The impact of *Rhinanthus* spp. on sward productivity and composition: implications for the restoration of species-rich grasslands. *Biological Conservation*, 1997, 82: 93-98.
- [39] Westbury D B, Dunnett N P. The effect of the presence of *Rhinanthus minor* on the composition and productivity of created swards on ex-arable land. *Aspects of Applied Biology*, 2000, 58: 271-278.
- [40] Gibson C C, Watkinson A R. The host range and selectivity of a parasitic plant: *Rhinanthus minor* L. *Oecologia*, 1989, 78: 401-406.
- [41] Krebs C J, Boutin S, Boonstra R, Sinclair A R E, Smith J N M, Dale M R T, Martin K, Turkington R. Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. *Science*, 1995, 269: 1112-1115.
- [42] Matthies D. Parasite-host interaction in *Castilleja* and *Orthocarpus*. *Canadian Journal of Botany*, 1997, 75: 1252-1260.
- [43] Matthies D. Parasitic and competitive interactions between the hemiparasites *Rhinanthus serotinus* and *Odontites rubra* and their host *Medicago sativa*. *Journal of Ecology*, 1995, 83: 245-251.
- [44] Marvier M A. A mixed diet improves performance and herbivore resistance of a parasitic plant. *Ecology*, 1998, 79: 1272-1280.
- [45] Matthies D, Egli P. Response of a root hemiparasite to elevated CO<sub>2</sub> depends on host type and soil nutrients. *Oecologia*, 1999, 120: 156-161.
- [46] Matthies D. Influence of the host on growth and biomass allocation in the two facultative root hemiparasites *Odontites vulgaris* and *Euphrasia minima*. *Flora*, 1998, 193: 187-193.
- [47] Marvier M A. Parasitic plant-host interactions: plant performance and indirect effects on parasite-feeding herbivores. *Ecology*, 1996, 77: 1398-1409.
- [48] Ameloot E, Verlinden G, Boeckx P, Verheyen K, Hermy M. Impact of hemiparasitic *Rhinanthus angustifolius* and *R. minor* on nitrogen availability in grasslands. *Plant and Soil*, 2009, 311: 255-268.
- [49] van Ommen R J, Whitham T G. Changes in the interactions between juniper and mistletoe mediated by shared avian frugivores: parasitism to potential mutualism. *Oecologia*, 2002, 130: 281-288.
- [50] Joshi G C P, Kothiyari B P. New host of *Dendrophthoe falcate* (Linn. F.) Etting. *Indian Journal of Forestry*, 1985, 8: 235.
- [51] Salonen V, Puustinen S. Success of a root hemiparasitic plant is influenced by soil quality and by defoliation of its host. *Ecology*, 1996, 77: 1290-1293.
- [52] Puustinen S, Mutikainen P. Host parasite herbivore interactions: Implications of host cyanogenesis. *Ecology*, 2001, 82: 2059-2071.
- [53] Aukema J E, Martinez del Rio C. Variation in mistletoe seed deposition: effects of intra- and interspecific host characteristics. *Ecography*, 2002, 25: 139-144.
- [54] Watson D M. Mistletoe — A keystone resource in forests and woodlands worldwide. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2001, 32: 219-249.
- [55] Loveys B R, Tyerman S D, Loveys B R. Transfer of photosynthate and naturally occurring insecticidal compounds from host plants to the root hemiparasite *Santalum acuminatum* (Santalaceae). *Australian Journal of Botany*, 2011, 49: 9-16.
- [56] Marko M D, Stermitz F R. Transfer of alkaloids from *Delphinium* to *Castilleja* via root parasitism. order terpenoid alkaloid analysis by electrospray mass spectrometry. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1997, 25: 279-285.
- [57] Bennetts R E, White G C, Hawksworth F G, Severs S E. The influence of dwarf mistletoe on bird communities in *Colorado ponderosa* pine forests. *Ecological Application*, 1996, 6: 899-909.
- [58] Punstinen S, Jarvinen O, Tiilikka K. Asymmetric competition between a hemiparasitic plant and a cyst nematode on a shared host plant. *Ecoscience*, 2001, 8: 5-57.
- [59] Gehring C A, Whitham T G. Reduced mycorrhizae on *Juniperus monosperma* with mistletoe—the influence of environmental stress and tree gender on a plant parasite and a plant-fungal mutualism. *Oecologia*, 1992, 89: 298-303.

- [60] Salonen V, Setälä H, Puustinen S. The interplay between *Pinus sylvestris*, its root hemiparasite, *Melampyrum pratense*, and ectomycorrhizal fungi: Influences on plant growth and reproduction. *Ecoscience*, 2000, 7: 195-200.
- [61] Beare M H, Neely C L, Coleman D C, Hargrove W L. A substrate induced respiration (SIR) method for measurement of fungal and bacterial biomass on plant residues. *Soil Biology & Biochemistry*, 1990, 22: 8585-594.
- [62] van der Putten WH. A multitrophic perspective on functioning and evolution of facilitation in plant communities. *Journal of Ecology*, 2009, 97: 1131-1138.
- [63] Wang B S, Wang Y J, Liao W B, Zan Q J, Li M G, Peng S L, Zhang W Y. The invasion ecology and management of alien weed *Mikania micrantha* H. B. K. Beijing: Science Press, 2004.
- [64] Shen H, Ye W H, Hong L, Cao H, Wang Z. Influence of the obligate *Cuscuta campestris* on growth and biomass allocation of its host *Mikania micrantha*. *Journal of Experimental Botany*, 2005, 56: 1277-1284.
- [65] Shen H, Hong L, Ye W H, Cao H, Wang Z. The influence of the holoparasitic plant *Cuscuta campestris* on the growth and photosynthesis of its host *Mikania micrantha*. *Journal of Experimental Botany*, 2007, 58: 2929-2937.
- [66] Parker C. The Minania problem. *Pest Articles and News Summaries*, 1972, 18: 312-315.
- [67] Zan Q J, Wang B S, Wang Y J, Zhang J L, Liao W B, Li M G. The harm caused by *Mikania micrantha* and its control by *Cuscuta campestris*. *Acta Phytocologica Sinica*, 2003, 27(6): 822-828.
- [68] Zhang L Y, Ye W H, Cao H L, Feng H L. *Mikania micrantha* H. B. K. in China — an overview. *Weed Research*, 2004, 44: 42-49.
- [69] Yu H, He W M, Liu J, Miao S L, Dong M. Native *Cuscuta campestris* restrains exotic *Mikania micrantha* and enhances soil resources beneficial to natives in the invaded communities. *Biological Invasions*, 2009, 11: 835-844.
- [70] 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: 441-443.
- [71] 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: 2653-2661.
- [72] 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: 117-122.
- [73] Li J M, Zhong Z C, Dong M. Change of soil microbial biomass and enzyme activities in the community invaded by *Mikania micrantha*, due to *Cuscuta campestris* parasitizing the invader. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(2): 868-876.

#### 参考文献:

- [4] 胡飞, 孔垂华. 寄生植物对寄主植物的化学识别. *生态学报*, 2003, 23(5): 965-971.
- [5] 胡飞, 孔垂华, 张朝贤, 梁文举, 王朋. 日本菟丝子对寄主的选择行为. *应用生态学报*, 2005, 16(2): 323-327.
- [9] 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): 9-12.
- [11] 盛晋华, 翟志席, 郭玉海. 荒漠肉苁蓉种子萌发与吸器形成的形态学研究. *中草药*, 2004, 35(9): 1047-1049.
- [12] 李志军, 段黄金, 吕春霞, 于军. 寄生植物锁阳茎的发育解剖学研究. *西北植物学报*, 2002, 22(3): 526-529.
- [63] 王伯荪, 王勇军, 廖文波, 咎启杰, 李鸣光, 彭少麟, 张炜银. 外来杂草薇甘菊的入侵生态及其治理. 北京: 科学出版社, 2004.
- [67] 咎启杰, 王伯荪, 王勇军, 张军丽, 廖文波, 李鸣光. 薇甘菊的危害与田野菟丝子的防除作用. *植物生态学报*, 2003, 27(6): 822-828.
- [72] 邓雄, 冯惠玲, 叶万辉, 杨期和, 许凯扬, 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.
- [73] 李钧敏, 钟章成, 董鸣. 田野菟丝子寄生对薇甘菊入侵群落土壤微生物生物量和酶活性的影响. *生态学报*, 2008, 28(2): 868-876.

# ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 4 February, 2011 (Semimonthly)

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                          |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Short-term effects of temperature enhancement on community structure and biomass of alpine meadow in the Qinghai-Tibet Plateau                                           | LI Na, WANG Genxu, YANG Yan, et al (895)                 |
| Effects of submergence on seed germination of nine annual plant species in the Three Gorges Reservoir region and their implication to vegetation restoration             | TAO Min, BAO Dachuan, JIANG Mingxi (906)                 |
| Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect ( <i>Ericerus pela</i> ) and its three dominant parasitoid wasps                                               | WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming, et al (914)         |
| Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia, China                                                                                        | HE Qi, WANG Xinpu, YANG Guijun (923)                     |
| Identification of trophic relationships between marine algae and the copepod <i>Calanus sinicus</i> in a fatty acid approach                                             | LIU Mengtan, LI Chaolun, SUN Song (933)                  |
| Community structure of macrozoobenthos in Caizi Lake, China                                                                                                              | XU Xiaoyu, ZHOU Lizhi, ZHU Wenzhong, et al (943)         |
| The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay                                                    | PENG Xin, XIE Qilang, CHEN Shaobo, et al (954)           |
| The effects of jellyfish ( <i>Rhopilema esculentum</i> Kishinouye) farming on the sediment nutrients and macrobenthic community                                          | FENG Jianxiang, DONG Shuanglin, GAO Qinfeng, et al (964) |
| Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep ( <i>Pseudois schaeferi</i> ) in Zhubalong Nature Reserve                                               | LIU Guoku, ZHOU Caiquan, YANG Zhisong, et al (972)       |
| Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys                                                                                      | ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, et al (982)   |
| Dynamics of soil seed banks in the reversion process of desertification in the middle reaches of the Shiyang River                                                       | MA Quanlin, ZHANG Dekui, LIU Youjun, et al (989)         |
| Modelling the spatial distribution of forest carbon stocks with artificial neural network based on TM images and forest inventory data                                   | WANG Shaohua, ZHANG Maozhen, ZHAO Pingan, et al (998)    |
| The GIS-based visual landscape evaluation in mountain area: a case study of Mount Nan-kun National Forest Park, Guangdong Province                                       | QIU Yishu, GAO Jun, ZHAN Qilin (1009)                    |
| A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China                                       | LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, et al (1021)           |
| Effects of AM fungi on the growth and drought resistance of <i>Seriphidium minchinense</i> under water stress                                                            | HE Xueli, GAO Lu, ZHAO Lili (1029)                       |
| Modeled impact of irrigation on regional climate in India                                                                                                                | MAO Huiqin, YAN Xiaodong, XIONG Zhe, et al (1038)        |
| The responses of photosynthetic energy use in wheat flag leaves to nitrogen application rates and light density under elevated atmospheric CO <sub>2</sub> concentration | ZHANG Xucheng, YU Xianfeng, MA Yifan, et al (1046)       |
| Enhanced drought and photooxidation tolerance of transgenic tobacco plants overexpressing pea catalase in chloroplasts                                                   | WANG Fengde, YI Yanjun, WANG Haiqing, et al (1058)       |
| Evaluation of wheat freezing resistance based on the responses of the physiological indices to low temperature stress                                                    | WANG Shugang, WANG Zhenlin, WANG Ping, et al (1064)      |
| Predicting winter wheat growth based on integrating remote sensing and crop growth modeling techniques                                                                   | HUANG Yan, ZHU Yan, WANG Hang, et al (1073)              |
| Effects of spraying ABA on bleeding intensity in neck-panicle node, spike traits and grain yields of two different panicle-type winter wheat                             | CUI Zhiqing, YIN Yanping, TIAN Qizhuo, et al (1085)      |
| Nitrogen and phosphorus cycling from rice-duck mutual ecosystem during late rice growth season                                                                           | ZHANG Fan, SUI Peng, CHEN Yuanquan, et al (1093)         |
| Initial exploration of the ecological costs of food production in the hilly red soil region of Southern China                                                            | LI Xiao, XIE Yongsheng, ZHANG Yinglong, et al (1101)     |
| Optimization strategy and management decision-making in balancing forage and livestock in Gannan pastoral area                                                           | LIANG Tiangang, FENG Qisheng, XIA Wentao, et al (1111)   |
| Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan                                                                                                | HUANG Baoqiang, LUO Yibo, AN Dejun, et al (1124)         |
| Influencing factors of fine root lifespans in two Chinese fir plantations in subtropical China                                                                           | LING Hua, YUAN Yiding, YANG Zhijie, et al (1130)         |
| Age structure effects on stand biomass and carbon storage distribution of <i>Larix olgensis</i> plantation                                                               | JU Wenzhen, WANG Xinjie, WANG Xinjie (1139)              |
| Effects on controlling banana Fusarium wilt by bio-fertilizer, chitosan, hymexazol and their combinations                                                                | ZHANG Zhihong, PENG Guixiang, LI Huaxing, et al (1149)   |
| Seasonal dynamics of culturable bacterium numbers in freshwater bodies of different water quality in Beijing                                                             | GAO Cheng, HUANG Manrong, TAO Shuang, et al (1157)       |
| <b>Review and Monograph</b>                                                                                                                                              |                                                          |
| On the coordinated regulation of forest transpiration by hydraulic conductance and canopy stomatal conductance                                                           | ZHAO Ping (1164)                                         |
| Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems                                                                                                      | LI Junmin, DONG Ming (1174)                              |
| Invasion mechanisms of <i>Solidago canadensis</i> L.: a review                                                                                                           | YANG Ruyi, ZAN Shuting, TANG Jianjun, et al (1185)       |

2009 年度生物学科总被引频次和影响力因子前 10 名期刊\*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

| 排序<br>Order | 期刊 Journal                              | 总被引频次<br>Total citation | 排序<br>Order | 期刊 Journal    | 影响力因子<br>Impact factor |
|-------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|------------------------|
| 1           | 生态学报                                    | 11764                   | 1           | 生态学报          | 1.812                  |
| 2           | 应用生态学报                                  | 9430                    | 2           | 植物生态学报        | 1.771                  |
| 3           | 植物生态学报                                  | 4384                    | 3           | 应用生态学报        | 1.733                  |
| 4           | 西北植物学报                                  | 4177                    | 4           | 生物多样性         | 1.553                  |
| 5           | 生态学杂志                                   | 4048                    | 5           | 生态学杂志         | 1.396                  |
| 6           | 植物生理学通讯                                 | 3362                    | 6           | 西北植物学报        | 0.986                  |
| 7           | JOURNAL OF INTEGRATIVE<br>PLANT BIOLOGY | 3327                    | 7           | 兽类学报          | 0.894                  |
| 8           | MOLECULAR PLANT                         | 1788                    | 8           | CELL RESEARCH | 0.873                  |
| 9           | 水生生物学报                                  | 1773                    | 9           | 植物学报          | 0.841                  |
| 10          | 遗传学报                                    | 1667                    | 10          | 植物研究          | 0.809                  |

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响力因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 4 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA  
(Semimonthly, Started in 1981)  
Vol. 31 No. 4 2011

|             |                                                                                                                    |                 |                                                                                                                                                                                 |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 编辑          | 《生态学报》编辑部<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085<br>电话:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>shengtaixuebao@rcees.ac.cn | Edited by       | Editorial board of<br>ACTA ECOLOGICA SINICA<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China<br>Tel:(010)62941099<br>www.ecologica.cn<br>Shengtaixuebao@rcees.ac.cn |
| 主编          | 冯宗炜                                                                                                                | Editor-in-chief | FENG Zong-Wei                                                                                                                                                                   |
| 主管          | 中国科学技术协会                                                                                                           | Supervised by   | China Association for Science and Technology                                                                                                                                    |
| 主办          | 中国生态学会<br>中国科学院生态环境研究中心<br>地址:北京海淀区双清路 18 号<br>邮政编码:100085                                                         | Sponsored by    | Ecological Society of China<br>Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS<br>Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China                                 |
| 出版          | 科学出版社<br>地址:北京东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717                                                                           | Published by    | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North Street,<br>Beijing 100717, China                                                                                                |
| 印刷          | 北京北林印刷厂                                                                                                            | Printed by      | Beijing Bei Lin Printing House,<br>Beijing 100083, China                                                                                                                        |
| 发行          | 科学出版社<br>地址:东黄城根北街 16 号<br>邮政编码:100717<br>电话:(010)64034563<br>E-mail:journal@cspg.net                              | Distributed by  | Science Press<br>Add:16 Donghuangchenggen North<br>Street, Beijing 100717, China<br>Tel:(010)64034563<br>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<br>地址:北京 399 信箱<br>邮政编码:100044                                                                         | Foreign         | China International Book Trading<br>Corporation<br>Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China                                                                                      |
| 广告经营<br>许可证 | 京海工商广字第 8013 号                                                                                                     |                 |                                                                                                                                                                                 |

