

• 研究简报 •

外来植物黄顶菊的入侵警报及防控对策

高贤明¹ 唐廷贵² 梁宇¹ 郑天翔³ 桑卫国¹ 陈艺林⁴

1 (中国科学院植物研究所植被数量生态学重点实验室, 北京 100093)

2 (南开大学生命科学院, 天津 300071)

3 (衡水师范专科学校生物系, 河北衡水 053000)

4 (中国科学院植物研究所标本馆, 北京 100093)

摘要:一种菊科外来植物最近出现在我国华北地区的天津市和河北省的衡水与廊坊市。专家鉴定结果证明这是一种我国从未报道过的外来物种 *Flaveria bidentis*。本文拟定了它的中文名称:黄顶菊,并对其原产地、扩散范围以及形态学、生理学、生态学等方面的特征进行了介绍。通过分析其特性,我们认为黄顶菊是一种入侵性极高的一年生杂草,特别是对农牧业生态系统有极大的破坏性。为了防治、控制和根除这种新入侵的有害物种,本文借鉴国内外入侵物种防治的经验提出了一些建议,供有关方面参考,并呼吁各有关人员和部门积极行动起来,调查其入侵途径,分析其可能入侵的区域,评估其入侵性,拟定科学的防控方案。

关键词:外来物种,入侵性,黄顶菊,防控措施

中图分类号: S45 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2004)02-0274-06

An alert regarding biological invasion by a new exotic plant, *Flaveria bidentis*, and strategies for its control

GAO Xian-Ming¹, TANG Ting-Gui², LIANG Yu¹, ZHENG Tian-Xiang³, SANG Wei-Guo¹, CHEN Yi-Lin⁴

1 Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

2 College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin 300071

3 Department of Biology, Hengshui Normal College, Hengshui, Hebei 053000

4 Herbarium (PE), Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

Abstract: A new exotic species of Asteraceae (Compositae) has been appearing in Tianjin City and Hengshui and Langfang of Hebei Province. The result of our investigation shows that it is *Flaveria bidentis* (Asteraceae), which has never been reported in China before. According to literature references and its ecology, we assign a Chinese name to it, and introduce its original and expanded distributions in the world, as well as the characteristics of its morphology, physiology and ecology. An assessment of its primary invasiveness indicates that *F. bidentis* is a highly dangerous exotic annual weed with very strong invasiveness, especially to ecosystems of croplands and grasslands. We put forward strategies for preventing and controlling this weed in order to eradicate it as early as possible. We appeal to experts and government departments to make efforts to investigate its route of invasion, to analyze the potential regions it could invade and occupy, and to assess its invasiveness and study strategies to control its diffusion.

Key words: exotic species, invasiveness, *Flaveria bidentis*, prevention and control methods

我国是生物多样性大国,具有悠久的文明历史。长期以来与外界经济文化的交流也导致了大量物种的引入与输出,所以我国物种入侵问题比较突出。

随着国际贸易往来的不断增长和全球经济一体化进程的加快,物种通过非人为的途径被引入的可能性与日俱增。据统计,我国目前已知的外来入侵植物

基金项目:中国科学院知识创新重大项目(KSCX1-SW-13-03-06)

收稿日期:2004-02-29;接受日期:2004-03-02

作者简介:高贤明,男,1956年出生,副研究员。专业方向为生态学与生物多样性。E-mail:xmgao@ns.ibcas.ac.cn

达 380 种之多(Xie *et al.*, 2000), 紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*)、薇甘菊(*Mikania micrantha*)、水花生(*Alternanthera philoxeroides*)、水葫芦(*Eichhornia crassipes*)、互花米草(*Spartina alterniflora*) 等外来植物的入侵已经对我国的生物多样性、生态系统安全、区域经济发展, 甚至对人类社会都造成了巨大的危害。因此有必要提高警惕, 对于新入侵的外来种, 要及早发现和治理。同时还应了解掌握它们的生物学和生态学特性以及原生境条件, 科学地评估其入侵性(invasiveness), 以便亡羊补牢, 避免发生新的生态灾难。

2003 年 9 月, 我们对接连出现在河北衡水和天津南开大学的一种形态奇异的菊科植物进行了标本采集, 推断这是一种尚未报道的外来植物, 经鉴定为黄顶菊(*Flaveria bidentis* (L.) Kuntze) (标本鉴定人: 陈艺林), 原产于南美洲, 属于菊科堆心菊族黄顶菊属。该种植物进入我国, 我们认为可能有两途径, 其一是伴随进口种子、谷物的“搭载”途径; 其二是被候鸟取食后随之迁徙然后通过粪便排泄的传播途径。但由于黄顶菊原产地遥远, 鸟类粪便传播的可能性极小, 极可能是通过“搭载”进口种子而进入我国的, 同时也不能完全排除作为试验材料带入我国的可能性。随后, 我们对有关这种植物的文献展开了调研工作, 并得到了澳大利亚黄顶菊属专家 R. Randall 教授, 以及目前在美国工作的孙书存博士和万师强博士的帮助。Randall 教授提供了黄顶菊目前在全球分布的基本情况, 随即又对作者提供的照片给予了肯定性的答复: 你的照片看起来肯定像我所拥有的黄顶菊的照片(The picture certainly looks like the pictures of *Flaveria bidentis* that I have)。

为了及时有效地防治、控制、清除这种新的外来有害物种, 我们根据文献资料将黄顶菊属及黄顶菊的形态特征、生理特性、生态习性整理如下, 以提供鉴定依据和制定针对性的防控措施。

1 中文名拟定

属名 *Flaveria* 含有黄色的意思, 译为黄菊属也未尝不可, 但是“黄菊”与其英文名“yellowtop”有一定的距离, 译作“黄顶菊属”似乎更为贴切; 其种加词 *bidentis* 是现代分类学奠基人林奈(Carolus Linnaeus) 拟定的(*Ethulia bidentis* L.), 为黄顶菊属的模式种, 所以采用“黄顶菊”比较适宜。也可以译作

“黄冠菊”, 不过在口语交流中“黄冠”容易与“皇冠”相混淆, 故不宜采用。英文名称: yellowtop, coastal plain yellowtops, smelter's bush, smeltersbossie, valda(<http://www.hear.org/gcw/html/autogend/species/8447.htm>)。

2 形态特征

黄顶菊属(*Flaveria*) 在分类学上隶属于菊科堆心菊族(Flaveriinae-Asteraceae)。该属共有 21 种植物, 主要分布于热带地区(Powell, 1978), 为一年生或多年生柔弱或粗壮草本, 高 5 - 100 cm, 有些种类为高达 4 m 的小乔木。枝叶交互对生, 茎直立疏散或横卧, 常带紫色、灰绿色, 无毛至密被短柔毛, 通常在叶腋具簇毛。叶具柄或无柄, 基部近合生、合生或合生贯茎, 2 - 15 cm 长, 0.2 - 5 cm 宽, 无毛或被短柔毛, 条形、披针形、长圆状卵形、卵形、椭圆形、倒披针形, 边缘全缘、具齿或微具齿、具牙齿状锯齿或刺状锯齿, 多数种落叶后残留的叶基部常成鞘状环绕茎干。头状花序紧密或松散地积聚在很短的花序梗顶端, 通常呈平顶形伞房状圆锥花序, 或于叶腋、枝顶聚成团伞状排列, 头状花序放射状或盘状, 如果二者同时存在, 则通常盘状花序位于中间, 放射状在周围; 花托小, 凸起, 除两种具刚毛外, 其余种类均无毛; 总苞 2.5 - 7 cm 长, 近圆柱形或具棱角, 长圆形或近坛状, 总苞片 2 - 5 枚, 凹陷或舟状极少(仅 1 种)逐渐肿起并木栓质化, 卵形、披针形或长圆形, 先端圆、钝、撕裂, 或具喙; 小苞片条状披针形。边缘小花具 1 (稀 2) 枚雌蕊, 能育, 舌状花黄色(*F. trinervia* 为乳黄色), 长圆形, 卵形或椭圆形, 通常相当小而不显著; 盘花 1 - 15 枚, 花冠黄色, 长 2 - 4 mm, 冠筒显著, 无毛或被微柔毛, 檐部逐渐或突然膨大, 狭漏斗状或钟状, 通常具多细胞的毛, 裂片 5, 短而先端急尖; 花柱长不足 1 mm, 条状长圆形, 扁平, 先端钝并被微柔毛; 花药 1 - 2 mm 长, 具圆锥状附属物。瘦果黑色, 具 10 条纵肋, 稍扁平, 无毛, 长 1 - 3.6 mm, 边缘放射花的瘦果通常较大并略长于盘花的瘦果, 狭倒披针形或条状长圆形, 冠毛缺。染色体基数 $n = 18$ (Powell, 1978)。

黄顶菊(*Flaveria bidentis* (L.) Kuntze) 为一年生草本, 高(10 -)25 - 100 cm, 茎直立, 常带紫色, 被微绒毛; 叶交互对生, 亮绿色, 长 5 - 12 (- 18) cm, 宽 1 - 2.5 (- 7) cm, 无毛或密被短柔毛, 披针

状椭圆形,具锯齿或刺状锯齿,多数叶具 0.3 - 1.5 cm 长的叶柄,叶柄基部近于合生,茎上部叶片无柄或近无柄;头状花序多数于主枝及分枝顶端密集成蝎尾状聚伞花序;总苞长圆形,具棱,长约 5 mm,黄绿色;总苞片 3 (-4),内凹,先端圆或钝,小苞片 1 - 2;边缘小花花冠短,长 1 - 2 mm,黄白色,舌片不突出或微突出于闭合的小苞片外,直立,斜卵形,先端尖,长约 1 mm 或较短;盘花 (2 -) 3 - 8 枚,花冠长约 2.3 mm,冠筒长约 0.8 mm,檐部长约 0.8 mm,漏斗状,裂片长约 0.5 mm,先端尖;花药长约 1 mm;盘花的瘦果长约 2 mm,边缘花的瘦果较大,长约 2.5 mm,倒披针形或近棒状,无冠毛。花果期夏季至秋季或全年 (Powell, 1978; Cronquist, 1980)。

根据采自天津南开大学和河北衡水的标本来看,除上述特征外,以下特征突出,可资鉴别于任何土著植物:茎叶多汁而近肉质,茎具数条纵沟槽,高达 50 - 150 cm;叶长椭圆形至披针状椭圆形,厚纸质或近肉质,长 6 - 18 cm,宽 2.5 - 4 cm,先端长渐尖,基部渐窄,基生三出脉呈黄白色,侧脉在叶下面明显;边缘基部以上具稀疏而整齐的锯齿。主枝及分枝顶端密集成蝎尾状的聚伞花序显著,花冠鲜黄色,醒目 (图 1; 标本:河北衡水市衡水师范专科学校,郑天翔 10 号;天津南开大学,唐廷贵,无号。上述标本均存放在中国科学院植物研究所标本馆)。目前黄顶菊在我国华北地区主要分布于建筑工地、荒野、街道及道路两旁等生境。

3 生理特征

按光合作用过程中 CO_2 的同化途径,黄顶菊属的 21 种植物中有 C_3 植物 12 种和 C_4 植物 9 种,在 12 种 C_3 植物中还有 3 种为兼性 C_3 - C_4 植物,这在植物界是非常罕见的,反映出该属极强的生理适应能力和进化趋势 (Powell, 1978), 是进行光合作用途径与效率研究的理想材料,因此是植物生理学研究的热点之一。该属其他重要的进化趋势还包括形成硫酸盐类黄酮 (sulfated flavonoid) 等次生代谢物,这在理论上表明,它们对含石膏和盐分的生境具有良好的先天适应能力 (Powell, 1978), 从而使它们在生存竞争中处于优势。类黄酮是重要的天然药物,具有抗凝血等方面的活性成分,所以本属很多植物包括黄顶菊经常被用于提取槲皮素 (quercetin) 等有效成分,作为医药、黄色染料、杀虫剂使用;而 C_4 植物黄

顶菊的二氯甲烷 (CH_2Cl_2) 和乙醇的提取物对象鼻虫有显著杀灭作用 (Broussalis *et al.*, 1999), 并对棉铃虫有显著的驱避作用。这种具有驱避作用的基因曾被用于抗虫棉的转基因试验 (Green *et al.*, 2001)。黄顶菊属的化学分类、遗传、进化、转基因等方面的研究工作已有大量文献报道 (Ananvoranich *et al.*, 1994; Cavallaro *et al.*, 1994; Chitty *et al.*, 1994; Agnese *et al.*, 1999; Broussalis *et al.*, 1999; Guglielmone *et al.*, 2002; Lai *et al.*, 2002; Kubien *et al.*, 2003)。

4 地理分布

据 Powell 考证,黄顶菊起源于南美洲 (Powell, 1978; Cronquist, 1980), 扩散到美洲中部、北美洲南部及西印度群岛,后来由于引种等原因而传播到非洲的埃及 (Powell, 1978) 和南非 (<http://www.nda.agric.za/docs/weeds/NUOKREN.html>)、欧洲的英国和法国 (Powell, 1978; Forman, 2003)、澳大利亚 (Randall, 2002) 和亚洲的日本 (Enomoto, 2004) 等



图 1 采自天津南开大学的黄顶菊
Fig. 1 A specimen of *Flaveria bidentis* collected from Nankai University, Tianjin

地。在其分布及扩散地区,黄顶菊一般被当作农业杂草 (agricultural weed) 或环境杂草 (environmental weed)。在南非它被认为是农作物的强有力的竞争者 (severe competitor in crops); 在日本则习惯称之为归化种 (naturalized species), 实际上等同于入侵种 (invasive species) 的概念; 而在厄瓜多尔的加拉帕戈斯群岛 (the Galápagos Islands), 它已被列入有害物种名单 (Mauchamp, 1997; Tye, 2004)。

5 生态习性

黄顶菊喜生于荒地, 尤其偏爱废弃的厂矿、工地和滨海等富含矿物质及盐分的生境, 在靠近河、溪旁的水湿处、峡谷、悬崖、峭壁、陡岸、原野、牧场、弃耕地、街道附近、道路两旁, 以及含砾岩或沙子的黏土都能生长, 分布海拔范围为 250 - 2800 m。常在靠近码头的丢弃的砂子等压舱物和海岸边的荒地上滋生 (Powell, 1978)。这些说明黄顶菊是一种喜光、喜湿、嗜盐, 并且生长迅速、结实量极大的杂草, 与入侵植物的基本特征相符。从我们所掌握的情况来看, 黄顶菊在我国的分布目前仍局限于上述一些生境, 特别偏爱干扰后的生境条件。

6 入侵性分析

外来物种的入侵性与其本身一系列生态学特征密切相关。为了便于分析与总结, 根据我们所掌握的一些细节, 将那些与入侵性相关的特征归纳如下 (表 1)。

根据其生物学和生态学 (表 1) 以及生理学特性综合起来看, 黄顶菊具有相当强的入侵性。由于黄顶菊具有喜光、喜湿、嗜盐等方面的生态习性, 毫无疑问, 如果入侵成功, 它将对我国土地盐碱含量偏高的华北及沿海地区的生态系统, 包括农田、牧场和苗圃等造成重大威胁。

7 在我国的分布现状、入侵的发展趋势及防控对策

尽管我们推测了黄顶菊入侵的可能途径, 但是它具体是什么时间, 通过什么途径侵入到我国的, 仍然是个谜; 目前在我国的分布区域、对当地各类生态的影响也需要做进一步调查考证。就出现在天津南开大学黄顶菊的来看, 它的传播蔓延十分迅速: 2001 年在天津南开大学附近路边仅发现有零星几株;

2003 年已在南开大学西门的路边空地以及一些建筑工地上大量地涌现; 在河北的衡水和廊坊等地也先后发现其生长的踪迹。因此, 完全有理由相信, 黄顶菊在我国入侵范围远远不仅限于目前已知道的上述区域, 华北、华东、华南等地也均可能遭到入侵。北京地区由于近几年经济的快速增长, 特别是筹备举办 2008 年奥运会, 城市的改造、道路和比赛场馆的修建、园林绿化等方面工作正在大规模地进行, 这些都给黄顶菊的入侵和蔓延创造了条件。因此, 黄顶菊的入侵应引起有关学者和当地政府有关部门足够的重视。在此我们紧急呼吁有关部门尽快与相关专家协商对策, 采取果断措施, 严加控制, 遏制其再扩散, 并尽早彻底铲除。否则, 这种外来植物将有可能成为我国又一个危害性极大的入侵物种。为此, 我们提出以下对策:

1. 尽快组织有关专家学者, 全面调查黄顶菊入侵途径、入侵范围和危害程度, 并对它的入侵性作出科学的评估, 尽快向有关部门提出预防方案和有效的控制、防治和根除措施。

2. 鉴于黄顶菊是新近入侵的物种, 毫无疑问, 这一入侵事例为我们研究物种入侵的全部过程, 包括入侵种的形态学、生理学和生态学等方面的适应与变化提供了理想的素材。建议立项对其进行跟踪研究, 以便根据外来有害生物入侵机理提供防治对策。

3. 菊科植物比较容易发生属间杂交现象。尽管我国没有黄顶菊属植物, 但是菊科植物种类相当丰富。如产生天然的属间杂交, 就有可能导致形成新的危害性更大的物种。黄顶菊的花期长, 花粉量大, 花期与大多数菊科土著种类交叉重叠, 因此有必要调查黄顶菊入侵区域菊科植物种类组成, 对可能产生的属间杂交问题提出必要的解决预案, 做到防患于未然。

4. 广泛宣传黄顶菊的危害性, 并通过图文把黄顶菊的鉴定特征公布于众。由于黄顶菊形态特征比较特殊, 偏爱原野、牧场和工矿业废弃地和建筑场地等人类活动比较频繁的场合, 而且生长迅速, 植株高大, 枝叶与花色彩鲜明, 因此很容易识别。相信发动群众, 在黄顶菊入侵的早期及时根除, 将能够收到良好的效果。

5. 根据黄顶菊原产地及其传播入侵区域的生态环境条件来分析, 除华北地区外, 我国的华中、华

表 1 外来种生物生态学特性及其入侵性

Table 1 The ecological features of an exotic species and its invasiveness

外来种特性 Features of exotic species	变化趋势 Trends	入侵性 Invasiveness	本案分析 Analysis for this case
抗逆特性 Adjustability to adverse habitats	低—高 From low to high	弱—强 From weak to strong	强 Strong
生长发育速率 Rate of growth and development	慢—快 From slow to fast	弱—强 From weak to strong	强 Strong
繁殖途径 The ways to reproduction	单一—多样化 From single to various	弱—强 From weak to strong	弱 ¹ Weak ¹
结实效率 Efficiency of seeding	低—高 From low to high	弱—强 From weak to strong	强 Strong
种子传播距离 Spreading distance of seeds	近—远 From close to far	弱—强 From weak to strong	弱 ² Weak ²
竞争能力 Ability for competition	弱—强 From weak to strong	弱—强 From weak to strong	强 Strong
与本土近缘种杂交的可能性 Probability of hybridizing with local species	小—大 From little to great	弱—强 From weak to strong	弱 ³ Weak ³
适应性变异速率 Speed of variability	慢—快 From slow to fast	弱—强 From weak to strong	强 Strong
引种历史 History of introduction	短—长 From short to long	强—弱 From strong to weak	强 Strong
入侵种的自我保护机制 Self-protection mechanism of invaders	少—多 From few to many	弱—强 From weak to strong	强 Strong
环境的相似程度 Similarity between the original and local habitats	低—高 From low to high	弱—强 From weak to strong	强 Strong
对土著种及生态系统的破坏性 Devastation to the local species and ecosystems	低—高 From low to high	强—弱 From strong to weak	强 ⁴ Strong ⁴
生态系统的原生性 Primality of the ecosystems	低—高 From low to high	强—弱 From strong to weak	强 Strong
结果 Result			强 ⁴ Strong ⁴

注:1. 除种子繁殖外尚未发现其他繁殖途径;2. 种子无冠毛,因此自然传播距离应该较短;3. 尽管不存在同属的近缘种,但菊科植物属间杂交现象普遍,目前尚不清楚是否能产生杂交现象;4. 主要对农牧业生态系统造成严重的影响。

* Note: 1. Ways of reproduction other than seed germination have not been found yet; 2. the spreading distance should not be very far because the seeds bear no top-hairs; 3. though there are no relatives in the genus *Flaveria* in China, the possibilities of hybridization might be still high since hybridization between different genera in Asteraceae often occur when they grow together; 4. mainly severely affecting the ecosystems of croplands and grasslands.

东、华南及沿海地区都有可能成为黄顶菊入侵的重点区域。因此,加强信息交流,确保信息渠道畅通显得尤其重要,有关部门应号召上述地区乃至更大范围的群众及时将所发现的可疑植物报告给有关部门和专家。如果失去最佳的治理时间,无疑将对我国生态环境和经济发展造成重大危害。

6. 及时组织交流防控经验,布置统一的防治计划,制定统一的根除时间表,避免反弹。

参考文献

- Agnese, A. M., Núñez-Montoya, S., Ariza-Espinar, L. and Cabrera, J. L. 1999. Chemotaxonomic Features in Argentinian Species of *Flaveria* (Compositae). *Biochemical Systematics and Ecology*, **27**: 739–742.
- Ananvoranich, S., Varin, L., Gulick, P. and Ibrahim, R. 1994. Cloning and regulation of flavonol 3-sulfotransferase in cell-suspension cultures of *Flaveria bidentis*. *Plant Physiology*, **106**: 485–491.

- Broussalis, A. M., Ferraro, G. E., Martino, V. S., Pinzón, R., Coussio, J. D. and Alvarez, J. C. 1999. Argentine plants as potential source of insecticidal compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, **67**: 219 – 223.
- Cavallaro, A., Ludwig, M. and Burnell, J. 1994. The nucleotide sequence of a complementary DNA encoding *Flaveria bidentis* carbonic anhydrase. *FEBS Letters*, **350**: 216 – 218.
- Chitty, J. A., Rurbank, R. T., Marshall, J. S., Chen, Z. and Taylor, W. C. 1994. Genetic transformation of the C_4 plant, *Flaveria bidentis*. *The Plant Journal*, **6** (6): 949 – 956.
- Cronquist, A. 1980. *Vascular Flora of the Southeastern United States* (Vol. 1). Asteraceae. The University of North Carolina Press, Chapel Hill, 88 – 89.
- Enomoto, T. 2004. Naturalized plants from foreign country into Japan. http://www.rib.okayama-u.ac.jp/wild/kika/kika_table.htm
- Forman, J. 2003. The introduction of American plant species into Europe: issues and consequences. In: Child, L. E., Brock, J. H., Brundu, G., Prach, K., Pysek, P., Wade, P. M. and Williamson, M. (eds.), *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 17 – 39.
- Green, W. M., de Billot, M. C., Joffe, T., van Staden, L., Bennett-Nel, A., du Toit, C. L. N. and van der Westhuizen, L. 2001. Indigenous plants and weeds on the Makhathini flats as refuge hosts to maintain bollworm population susceptibility to transgenic cotton (Bollgard™). http://www.monsanto.de/biotechnologie/publikationen/Green_et_al_article_2001.pdf
- Guglielmone, H. A., Agnese, A. M., Montoya, N. S. C. and Cabrera, J. L. 2002. Anticoagulant effect and action mechanism of sulphated flavonoids from *Flaveria bidentis*. *Thrombosis Research*, **105**: 183 – 188.
- Kubien, D. S., von Caemmerer, S., Furbank, R. T. and Sage, R. F. 2003. C_4 photosynthesis at low temperature: a study using transgenic plants with reduced amounts of rubisco. *Plant Physiology*, **132**: 1577 – 1585.
- Lai, L. B., Wang, L. and Nelson T. M. 2002. Distinct but conserved functions for two chloroplastic NADP-malic enzyme isoforms in C_3 and C_4 *Flaveria* species. *Plant Physiology*, **128**: 125 – 139.
- Mauchamp, A. 1997. Threats from alien plant species in the Galápagos Islands. *Conservation Biology*, **11**: 260 – 263.
- Powell, A. M. 1978. Systematics of *Flaveria* (Flaveriinae-Asteraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **65**: 590 – 636.
- Randall, R. P. 2002. *A Global Compendium of Weeds*. R. G. & F. J. Richardson, Melbourne.
- Tye, A. 2004. Invasive plant problems and requirements for weed risk assessment in the Galápagos Islands. <http://www.hear.org/iwraw/1999/papers/tyefinal.pdf>
- Xie, Y., Li, Z., Gregg, W. P. and Li, D. 2000. Invasive species in China — an overview. *Biodiversity and Conservation*, **10**: 1317 – 1341.

(责任编辑: 时意专)