

# 检疫性杂草毒莴苣的光合特征及其入侵地群落生态学调查\*

郭水良<sup>1,2,\*</sup> 方芳<sup>2</sup> 倪丽萍<sup>2</sup> 陈万林<sup>2</sup> 石来娣<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234; <sup>2</sup>浙江师范大学化学与生命科学学院, 浙江金华 321004)

**【摘要】** 毒莴苣是我国东南沿海地区的新入侵杂草,也是国家进境植物的检疫对象。调查发现,毒莴苣植株高大,易在入侵地形成群落优势种;常见的伴生杂草有小飞蓬、野塘蒿、鬼针草、裂叶月见草、裂叶牵牛、狗尾草、野胡萝卜、苍耳、一年蓬、山莴苣、葎草、龙葵和钻形紫菀等。应用 LCA-4 光合蒸腾测定系统对毒莴苣进行净光合速率测定,结果表明:该种实测净光合速率高达  $21.22 \pm 0.45 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,比入侵性杂草一年蓬、野塘蒿稍低,比藜、北美车前、山莴苣等高,是一种高光效植物;根据毒莴苣的光合-响应曲线,该外来入侵种的理论光补偿点为  $37.58 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,光饱和点为  $1480 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,理论最大净光合速率  $20.81 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ;毒莴苣的光合作用具有午休现象,是由于高光照和高温导致气孔阻力增加、气孔关闭,影响了植株对外的气体交换;影响净光合速率的主要因素是气孔导度、叶面光合有效辐射和叶片的蒸腾。

**关键词** 毒莴苣 光合作用 群落

**文章编号** 1001-9332(2006)12-2316-05 **中图分类号** Q948 **文献标识码** A

**Photosynthetic characteristics and coenological survey of *Lactuca serriola* in its invaded area.** GUO Shui-liang<sup>1,2</sup>, FANG Fang<sup>2</sup>, NI Liping<sup>2</sup>, CHEN Wanlin<sup>2</sup>, SHI Laidi<sup>2</sup> (<sup>1</sup>College of Life and Environmental Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China; <sup>2</sup>College of Chemistry and Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China). -Chin. J. Appl. Ecol., 2006, 17(12): 2316 ~ 2320.

*Lactuca serriola*, a national class quarantine object, is a new invasive species in the coastal area of Southeast China. The coenological survey showed that because of its big individual, *L. serriola* could easily form dominant population in its invaded area, and its main accompany species were *Conyza canadensis*, *C. bonarinensis*, *Bidentis bipinnata*, *Oenothera laciniata*, *Ipomoea hederacea*, *Setaria viridis*, *Daucus carota*, *Xanthium sibiricum*, *Erigeron annuus*, *L. indica*, *Humulus scandens*, *Solanum nigrum* and *Aster subulatus*. The measurements with LCA-4 portable photosynthesis and transpiration system (ADC, England) revealed that the net photosynthetic rate of *L. serriola* was as high as  $21.22 \pm 0.45 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , being slightly lower than that of *E. annuus* and *C. bonarinensis*, similar to that of *C. canadensis*, and higher than that of *Chenopodium album*, *Plantago virginica* and *L. indica*. Based on the photosynthesis-light response equation, the theoretic light compensation point of *L. serriola* was  $37.58 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , its theoretic light saturation point was  $1480 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , and theoretic maximal net photosynthetic rate was  $20.81 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . A distinct "noon break" phenomenon was observed in *L. serriola* photosynthesis, which might result from the high stomatal resistance against high light intensity and temperature. The main factors affecting the net photosynthetic rate of *L. serriola* were leaf photosynthetic active radiation, stomatal conductance, and leaf transpiration rate.

**Key words** *Lactuca serriola*, Photosynthesis, Coenology.

## 1 引言

外来有害植物入侵对生态环境、经济生活的危害日益受到人们的重视,建立国家级或区域级的外来入侵植物预防体系极为重要<sup>[1-5,12]</sup>,因此,需要及时对区系中新出现的外来成分进行生物学研究,以评估新出现的外来植物的入侵能力<sup>[11,15]</sup>。对浙江中部地区外来植物调查时,发现了新的重要外来有害植物毒莴苣(*Lactuca serriola*)。毒莴苣又名刺莴苣、野莴苣、指向莴苣,属于菊科莴苣属植物<sup>[10]</sup>。毒

莴苣原产欧洲,1860年传入北美,目前分布于奥地利、捷克、法国、德国、意大利、荷兰、瑞士、俄罗斯、斯堪迪那维亚半岛、埃及、中亚、美国北部、加拿大南部、墨西哥和中国。在我国境内,毒莴苣主要分布于新疆(塔城、沙湾、玛纳斯、阜康、尼勒克、新源、昭苏、郝善、吐鲁番)<sup>[10]</sup>和辽宁沈阳等地<sup>[6]</sup>。该种多生于荒地、路边、河滩砾石地、山坡石缝中及草地,海拔

\*上海市教委科技资助项目(DB017)。

\*\*通讯联系人。E-mail: guoshui-liang@163.com

2005-08-11 收稿,2006-07-17 接受。

502 ~ 1 680 m. 据 Handel-Mazzel<sup>[7]</sup> 记载, 该种在云南昆明有分布. 在浙江金华地区, 该种多见于新建公路两侧和荒地. 部分新建学校的操场四周、铁路浙赣线沿线. 由于毒莠苣全株有毒, 种子能够混杂于谷物、豆类及牧草中随之传播, 降低作物品质, 已被列入“中华人民共和国进境植物检疫潜在危险性病、虫、杂草”<sup>[16]</sup>.

毒莠苣在新栖息地存活、繁殖, 其种群进一步扩散可能造成严重的生态和经济后果. 为此, 本文通过调查毒莠苣分布群落环境, 了解毒莠苣的生境及伴生种特点; 分析毒莠苣和其近缘种、相近生活型种类的光合作用特性及其生态适应性, 为外来有害杂草的防治提供理论依据.

## 2 研究区域与研究方法

### 2.1 研究区域

调查地位于我国江苏省金华市北二环线路边南侧, 浙江师范大学正门东南方向. 研究区域年平均日照时数为 2 062.6 h, 属山地季风气候, 年降水量在 1 350 ~ 1 997 mm, 平均气温 17.3 °C, 极端最低气温 -9.6 °C, 极端最高气温为 41.2 °C, 7 月平均气温 29.4 °C, 1 月平均气温 5 °C, 无霜期平均为 257 d,  $\geq 10$  °C 的平均积温为 5 504.5 °C<sup>[4,5]</sup>. 光合作用测定自然生长的野外植株.

### 2.2 研究方法

**2.2.1 毒莠苣入侵地的群落学特征** 2005 年 6 月, 在金华市郊北侧有毒莠苣入侵的二环线两侧抛荒地, 每隔 50 m 设立一个样地, 每个样地按 5 点随机取样法设置 5 个 2 m × 2 m 小样方, 目测法调查每个样方中每种植物的盖度、多度和高度, 从而获得每个样地杂草的平均盖度、平均多度、平均高度和频度, 分别计算每个样地中杂草的相对盖度(RC)、相对多度(RA)、相对高度(RH)、相对频度(RF), 进而得到某种杂草的生态重要值(IV) ( $IV = (RC + RA + RH + RF) / 4$ ).

根据样地植物的生态重要值, 分别计算各样地的 Shannon-Wiener 多样性指数. 计算采用 BASIC 语言编程, 在计算机上完成.

**2.2.2 光合作用特征** 参照蒋高明等<sup>[8]</sup> 的方法, 采用便携式 LCA-4 光合-蒸腾仪开放气路系统(ADC, 英国), 对目标植物进行定株活体测定, 叶室入气口与离地 3 m 的气杆连接. 2005 年 6 月中旬, 取该季节典型生长时期的毒莠苣植株, 植株大小及生境相对一致, 每株选择 2 ~ 3 片成熟叶片作为测定对象, 每次测定 3 个重复, 同时获得叶面温度、叶面光合有效辐射强度、气孔导度、气孔阻力、蒸腾速率等参数, 作出毒莠苣的光合作用日进程变化图. 并于毒莠苣净光合速率相对较高的时间段(光照强度、气温等条件相对一致), 通过改变叶室光照强度, 测定毒莠苣净光合速率, 作出光响应曲线, 同时测定相近环境条件下其近缘种山莠苣及群落中主要伴生杂草的光合参数.

## 3 结果与分析

### 3.1 毒莠苣的植物学特征

在金华市郊分布的毒莠苣属于 1 年生植物, 茎高 60 ~ 250 cm, 基部具稀疏皮刺, 于茎中部以上或基部分枝. 叶互生, 中、下部叶狭倒卵形至长圆形, 常羽状深裂、或倒向羽状浅裂、半裂或深裂, 长 3 ~ 25 cm、宽 1 ~ 7 cm, 无柄, 基部箭形抱茎; 顶生叶卵状披针形或披针形, 全缘或仅具稀疏的牙齿状刺. 最下部茎叶及圆锥花序下部的叶与中下部茎叶同形或披针形、线状披针形或线形, 全部叶或裂片边缘有细齿或刺齿或细刺或全缘, 下面沿中脉有刺毛, 刺毛黄色. 头状花序多数, 于茎顶排列成疏松的大型圆锥状, 头状花序具 0.5 ~ 3 cm 的长柄, 圆柱状或圆锥状, 长约 1.2 ~ 1.5 cm. 基部径约 0.2 ~ 0.4 cm; 总苞 3 层, 外层苞片宽短, 卵形或卵状披针形, 向内苞片渐狭为线形, 边缘膜质, 长度几乎相等. 在果实成熟时总苞开展或反折; 头状花序由 7 ~ 15 (35) 朵舌状花组成, 花冠淡黄色, 干后变蓝紫色; 每个头状花序产生 6 ~ 30 个瘦果. 瘦果倒卵形或椭圆形; 灰褐色或黄褐色; 长 3.2 mm、宽 1 mm. 表面粗糙, 两扁面各具 5 ~ 6 条纵棱, 棱上具小突起, 上部棱及边缘具毛状刺; 果顶渐尖衍生出 1 条白色长约 4 mm 的喙, 喙顶扩展成小圆盘(冠毛着生处), 盘中央具褐色点状残基, 果基窄, 截形, 底部具椭圆形果脐, 白色, 凹陷, 花、果期 7 ~ 11 月<sup>[9]</sup>.

毒莠苣以种子进行繁殖, 每株最大结实量达 52 700 粒, 借助风力传播; 多生长在路边、铁路边、人行道和小路上, 或废弃地、牧场、果园和耕地. 该植物喜欢干燥的环境, 但也能忍受潮湿的环境, 如低地和灌溉田. 在营养丰富的土壤上生长良好. 据林熔等<sup>[10]</sup> 报道, 毒莠苣可分布在海拔 10 ~ 2 500 m 的环境中.

### 3.2 毒莠苣入侵地群落组成

由表 1 可以看出, 毒莠苣一般分布于开阔向阳的环境, 多见于抛荒时间较短的生境中, 例如建筑工地、新建公路两侧等, 但也有些种群分布于学校运动操场四周和多年没有翻耕, 伴生有狗牙根、假俭草等多年生植物的样地. 对毒莠苣入侵地 3 个样地的群落学调查发现, 按生态重要值大小, 毒莠苣常见的伴生种类有小飞蓬 (*Conyza canadensis*)、野塘蒿 (*Conyza bonarinesis*)、鬼针草 (*Bidentis bipinnata*)、裂叶月见草 (*Oenothera laciniata*)、裂叶牵牛 (*Ipomoea hederacea*)、狗尾草 (*Setaria viridis*)、野胡萝卜 (*Dau-*

表1 毒莠苣入侵地群落主要物种的生态重要值  
Table 1 Ecological important values of main species in the environments invaded by *L. serriola*

杂草 Weed species	样地1 Site 1	样地2 Site 2	样地3 Site 3	平均重要值 Average IV
小飞蓬 <i>Conyza canadensis</i>	16.95	14.26	17.57	16.26
毒莠苣 <i>Lactuca serriola</i>	13.98	13.61	3.42	10.34
野塘蒿 <i>Conyza bonarinisis</i>	6.92	7.72	5.27	6.64
鬼针草 <i>Bidentis bipinnata</i>	4.35	10.67	0	5.01
裂叶月见草 <i>Oenothera laciniata</i>	0	0	13.28	4.43
裂叶牵牛 <i>Ipomoea hederacea</i>	3.43	9.24	0	4.22
狗尾草 <i>Setaria viridis</i>	3.77	6.22	0	3.33
野胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	1.54	3.64	4.53	3.23
苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	3.49	4.31	1.79	3.20
一年蓬 <i>Erigeron annuus</i>	1.83	0	7.62	3.15
山莠苣 <i>Lactuca indica</i>	2.88	2.86	2.99	2.91
葎草 <i>Humulus scandens</i>	6.05	0	1.74	2.60
龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	2.86	2.62	1.92	2.47
钻形紫菀 <i>Aster subulatus</i>	4.23	2.74	0	2.32
鸡眼草 <i>Kummeromia striata</i>	0.89	0	6.04	2.31
白茅 <i>Imperata cylindrical</i> var. <i>major</i>	3.51	0	3.24	2.25
北美车前 <i>Plantago virginica</i>	0	1.17	5.34	2.17
续断菊 <i>Sonchus aspera</i>	1.92	2.27	2.30	2.16
美洲商陆 <i>Phytolacca american</i>	0	3.57	2.84	2.14
白背鼠鞠草 <i>Gnaphalium hypoleucum</i>	0.89	2.43	1.41	1.58
空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	2.83	1.00	0	1.28
光头稗 <i>Echinochloa colonum</i>	1.52	2.21	0	1.24
狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0	0	3.26	1.09
细叶芹 <i>Apium leptoployllum</i>	1.76	1.31	0	1.02
水蓼 <i>Polygonum hydropiper</i>	1.54	1.27	0	0.93
羊蹄 <i>Rumex japonicus</i>	0	2.75	0	0.92
鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	0	0	2.71	0.90
苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	2.66	0	0	0.89
黄鹌菜 <i>Youngia japonica</i>	1.52	1.14	0	0.88
香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0	0	2.54	0.85
金狗尾 <i>Setaria glauca</i>	0	0	2.36	0.79
马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	2.03	0	0	0.68
杠板归 <i>Polygonum perfoliatum</i>	0	0	2.03	0.68
酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	0	0	1.79	0.60
牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	0	0	1.41	0.47
尼泊尔蓼 <i>Polygonum nepalense</i>	0	0	1.41	0.47
藜 <i>Chenopodium album</i>	1.36	0	0	0.45
爵床 <i>Rostellularia procumbens</i>	0	0	1.20	0.40
圆叶牵牛 <i>Pharbitis purpurea</i>	1.11	0	0	0.37
棒头草 <i>Polypogon fugax</i>	1.07	0	0	0.36
漆姑草 <i>Sagina japonica</i>	1.05	0	0	0.35
附地菜 <i>Trignotis peduncularis</i>	1.05	0	0	0.35
双穗雀稗 <i>Paspalum distinchum</i>	1.01	0	0	0.34
早熟禾 <i>Poa annua</i>	0	1.00	0	0.33
繁缕 <i>Stellaria media</i>	0	0.85	0	0.28
Shannon 指数 Shannon index	2.974	2.77	2.92	2.89

*cus carota*)、苍耳 (*Xanthium sibiricum*)、一年蓬 (*Erigeron annuus*)、山莠苣 (*Lactuca indica*)、葎草 (*Humulus scandens*)、龙葵 (*Solanum nigrum*) 和钻形紫菀 (*Aster subulatus*) 等,其中狗尾草、苍耳是秋旱杂草,处于幼苗阶段.在入侵地中,毒莠苣能够形成群落的优势种,但也以零星形式分布于其他杂草中.

在群落中,毒莠苣植株最高可达2 m以上,但不易形成郁闭的环境,故群落下层物种较为丰富,物种多样性指数(Shannon 指数)相对较高,3个样地分

别达到2.97、2.77和2.92.

### 3.3 毒莠苣及其伴生种的光合作用特征

由表2可以看出,毒莠苣的净光合速率达(21.22 ± 0.45) μmol CO<sub>2</sub> · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>,虽然没有一年蓬、野塘蒿高,但比藜、北美车前和山莠苣高,与我国境内广泛分布的小飞蓬接近.毒莠苣与其他9种杂草光响应曲线方程见表3.

表2 毒莠苣等杂草自然条件下最大净光合速率及光合有效辐射  
Table 2 Net photosynthetic rate in leaves of *L. serriola* and other 9 weed species and the related photosynthetic active radiation

杂草 Weed species	叶面光合 有效辐射 Leaf photosynthetic active radiation (μmol · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )	净光合速率 Net photosynthetic rate (μmol CO <sub>2</sub> · m <sup>-2</sup> · s <sup>-1</sup> )
毒莠苣 <i>L. serriola</i>	1430 ± 42	21.22 ± 0.45
山莠苣 <i>L. indica</i>	1157 ± 116	15.88 ± 0.37
一年蓬 <i>E. annuus</i>	1606 ± 290	23.87 ± 1.13
野塘蒿 <i>C. bonarinisis</i>	1720 ± 25	22.67 ± 0.69
小飞蓬 <i>C. Canadensis</i>	1971 ± 212	21.52 ± 0.58
羊蹄 <i>R. japonicus</i>	2453 ± 267	19.04 ± 0.88
空心莲子草 <i>A. philoxeroides</i>	1707 ± 35	17.61 ± 0.25
北美车前 <i>P. virginica</i>	1782 ± 246	15.45 ± 1.10
苦苣菜 <i>S. oleraceus</i>	2144 ± 196	11.44 ± 0.37
裂叶月见草 <i>O. laciniata</i>	1709 ± 10	18.08 ± 0.35
藜 <i>C. album</i>	1428 ± 30	11.34 ± 0.41

将不同叶面光强  $Q_{leaf}$  和对应的净光合速率  $P_n$  数值作散点图,得到毒莠苣、山莠苣的光合-光响应曲线(图1),光合-光响应曲线用标准二次曲线方程( $Y = aX^2 + bX + c$ . 其中,  $X$  为光强,  $Y$  为对应光强下的  $P_n$ ). 根据光响应曲线,得到理论的光补偿点和饱和点. 由表3可以看出,毒莠苣对光的适应特点与北美车前比较接近,是一种典型的阳生性杂草,与其在自然界生境十分一致. 毒莠苣的光合速率高于近缘的山莠苣、伴生的藜、北美车前、黄鹌菜和苦苣菜等,

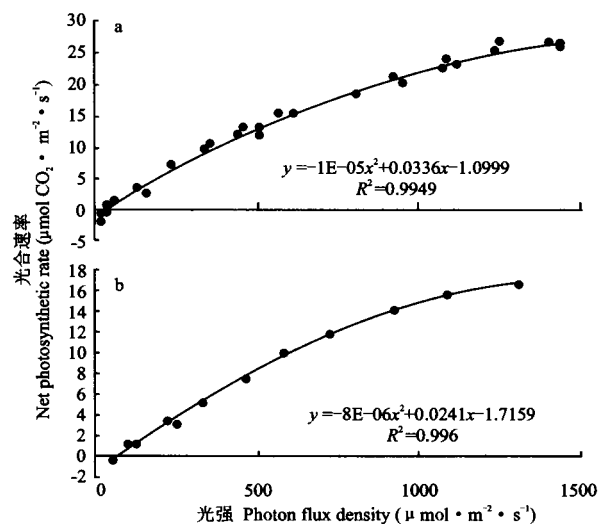


图1 毒莠苣(a)和山莠苣(b)的光合-光响应曲线  
Fig. 1 Photosynthesis-light response curves of *L. serriola* (a) and *L. indica* (b).

表3 毒莠苣及其部分伴生种的光合-光响应曲线方程

Table 3 Comparison of photosynthesis-light response equations of *L. serriola* with those of other 9 weed species

种类 Species	拟合方程 Equation	相关系数 Correlation coefficient	光补偿点 Light compensation point ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	光饱和点 Light saturated point ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	理论最大净光合速率 Maximal net photosynthetic rate ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )
毒莠苣 <i>L. serriola</i>	$Y = -1E - 05X^2 + 0.0336X - 1.0999$	0.9949	37.58	1480	20.81
山莠苣 <i>L. indica</i>	$Y = -8E - 06X^2 + 0.0241X - 1.7159$	0.9960	73.13	1506	16.43
藜 <i>C. album</i>	$Y = -1E - 05X^2 + 0.0257X - 1.9602$	0.9507	78.68	1285	14.55
北美车前 <i>P. virginica</i>	$Y = -7E - 06X^2 + 0.0223X - 0.8312$	0.9284	37.72	1593	16.93
一年蓬 <i>E. annuus</i>	$Y = -9E - 06X^2 + 0.0306X - 0.4917$	0.9619	16.15	1700	25.52
小飞蓬 <i>C. canadensis</i>	$Y = -5E - 06X^2 + 0.0205X - 0.2843$	0.9568	13.92	2050	20.73
野塘蒿 <i>C. bonarinsis</i>	$Y = -9E - 06X^2 + 0.0289X - 0.6217$	0.9600	21.66	1606	22.58
羊蹄 <i>R. japonicus</i>	$Y = -4E - 06X^2 + 0.0188X - 0.5790$	0.9819	31.00	2350	21.51
黄鹌菜 <i>Y. japonica</i>	$Y = -6E - 06X^2 + 0.0135X - 0.1441$	0.9122	10.73	1125	7.45
苦苣菜 <i>S. oleraceus</i>	$Y = -4E - 06X^2 + 0.0144X - 0.3745$	0.9686	26.20	1800	12.59

表4 毒莠苣光合作用日进程中不同指标间的相关系数

Table 4 Correlation coefficients of five indices in photosynthesis of *L. serriola*

	A	B	C	D	E
B	0.688**				
C	0.748**	0.870**			
D	-0.796**	-0.910**	-0.909**		
E	0.148	0.646**	0.583**	-0.549**	
F	0.516**	0.860**	0.937**	-0.811**	0.775**

A: 净光合速率 Net photosynthetic rate; B: 叶面光合有效辐射 Leaf photosynthetic active radiation; C: 气孔导度 Stomatal conductance; D: 气孔阻力 Stomatal resistance; E: 叶面温度 Leaf surface temp; F: 蒸腾速率 Transpiration rate. \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

与小飞蓬接近。理论上, 光强度在  $1480 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  时, 毒莠苣净光合速率达  $20.81 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

由图2可以看出, 毒莠苣的光合午休现象出现在 12:00 ~ 13:00; 午休期间, 外界的温度、光照强度达到最高, 气孔阻力增加, 由于气孔关闭, 蒸腾速率有所下降。由表4可以看出, 净光合速率与叶表面光

合有效辐射和蒸腾速率呈正相关关系, 与气孔导度呈负相关。

### 4 讨 论

毒莠苣是我国东南沿海地区新出现的外来有害杂草, 能够形成群落的优势种, 加上植株有毒, 因此, 应该重视其生态风险。

通过种间比较可以把握外来种的生态特性差异。对入侵地毒莠苣与其伴生杂草生态重要值的比较, 能在一定程度上展现毒莠苣的生态需求。调查显示, 与毒莠苣伴生的常见杂草有小飞蓬、野塘蒿、鬼针草、裂叶牵牛、野胡萝卜、苍耳、一年蓬、山莠苣、葎草、龙葵和钻形紫菀等。在调查的样地中, 毒莠苣生态重要值接近于小飞蓬, 而高于其它伴生杂草, 说明毒莠苣与小飞蓬具有相近的生态需求。要客观地展示毒莠苣与入侵地植物种间的生态位重叠关系, 需要作更广泛的生态学调查和统计分析。

植被遭受破坏形成的阳生环境是相当一部分外来种入侵、定居的场所。吴彦琼等<sup>[14]</sup>报道, 华南地区的外来入侵种美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata*)、裂叶牵牛 (*Pharbitis nil*) 和五爪金龙 (*Ipomoea cairica*) 都具有较强的  $\text{CO}_2$  固定能力, 净光合速率分别达 22.1、17.2 和 18.6  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 温达志等<sup>[13]</sup>报道, 外来入侵种薇甘菊 (*Mikania micrantha*) 的最大净光合速率达 21.56  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。毒莠苣的最大净光合速率比其主要伴生杂草一年蓬、野塘蒿稍低, 与裂叶牵牛、小飞蓬、薇甘菊等接近, 但比藜、山莠苣、裂叶月见草等要高。“午休”现象是处于阳生环境中的外来入侵植物对高光照的适应方式<sup>[13,14]</sup>。毒莠苣的光合作用具有午休现象, 其原因在于高光照和高温导致气孔阻力增加、气孔关闭, 影响了植株对外的气体交换; 而影响净光合速率的主要因素是气孔导度、叶面光合有效辐射和叶片的蒸腾速

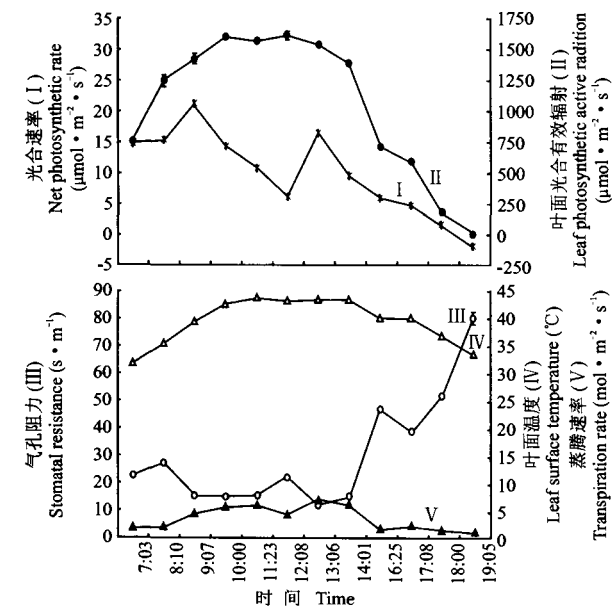


图2 毒莠苣净光合作用的日进程  
Fig. 2 Diurnal changes of net photosynthetic rate and relative indices of *L. serriola* (2005.06.12).

率. 毒莨菪这种较高的 CO<sub>2</sub> 固定能力和对强光环境的自我适应, 是其较强的入侵能力的生理学基础.

另一方面, 与一年蓬、小飞蓬、野塘蒿、羊蹄、山莨菪相比, 毒莨菪的光补偿点高, 而光饱和点低, 说明该种的光适应范围相对较窄. 可以预计, 在人为干扰环境的自然恢复过程中, 毒莨菪有可能是较早退出群落的种类.

#### 参考文献

- 1 Adair RJ, Groves RH. 1998. Impact of Environmental Weeds on Biodiversity: A Review and Development of a Methodology. Canberra: Environment Australia Special Publication.
- 2 Cronk Q, Fuller J. 1995. Plant Invaders: The Threat to Natural Ecosystems. London: Chapman and Hall.
- 3 Fan J-H (范继辉), Jiang L (蒋莉), Cheng G-W (程根伟). 2005. Alien species invasion in southern China and its countermeasures. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **16**(3): 568 ~ 572 (in Chinese)
- 4 Guo S-L (郭水良), Fang F (方芳), Huang H (黄华), et al. 2004. Studies on the reproduction and photosynthetic ecophysiology of the exotic invasive plant *Plantago virginica*. *Acta Phytoecol Sin (植物生态学报)*, **28**(6): 787 ~ 793 (in Chinese)
- 5 Guo S-L (郭水良), Qiang S (强胜). 2002. Analyses on relationship of 58 weed species with 6 soil heavy metal elements in Jinhua suburb. *J Nanjing Agric Univ (南京农业大学学报)*, **25**(2): 21 ~ 26 (in Chinese)
- 6 Han Y-G (韩亚光). 1995. A new weed species invaded in Liaoning. *J Shenyang Agric Univ (沈阳农业大学学报)*, **26**(1): 77 ~ 78 (in Chinese)
- 7 Handel-Mazzetti H. 1936. *Symbolae Sinicae*. 7: Die Abnahme eines Teiles Verpflichtet zur Abnahme des Ganzen Werkes. Germany: Springer, Wien.
- 8 Jiang G-M (蒋高明), He W-M (何维明). 1999. A quick new method for determining light response curves of photosynthesis under field light conditions. *Chin Bull Bot (植物学通报)*, **16**(6): 712 ~ 718 (in Chinese)
- 9 Li Y-H (李扬汉). 1998. Chinese Weed Flora. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)
- 10 Lin R (林榕), Shi Z (石铸). 1997. Flora Reipublicae Popularis Sinicae. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 11 Lonsdale WM. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology*, **80**: 1522 ~ 1536
- 12 Wang P (王朋), Liang W-J (梁文举), Kong C-H (孔垂华), et al. 2004. Chemical mechanism of exotic weed invasion. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **15**(4): 707 ~ 711 (in Chinese)
- 13 Wen D-Z (温达志), Ye W-H (叶万辉), Feng H-L (冯惠玲), et al. 2000. Comparison of basic photosynthetic characteristics between exotic invader weed *Mikania micrantha* and its companion species. *J Trop Subtrop Bot (热带亚热带植物学报)*, **8**(2): 139 ~ 146 (in Chinese)
- 14 Wu Y-Q (吴彦琼), Hu Y-J (吴玉佳). 2004. Researches on photosynthetic characteristics of exotic plants *Wedelia trilobata*, *Pharbitis nil* and *Ipomoea cairica*. *Acta Ecol Sin (生态学报)*, **24**(10): 2334 ~ 2339 (in Chinese)
- 15 Xie Z-Q (谢宗强), Chen Z-G (陈志刚), Fan D-Y (樊大勇), et al. 2003. Global consequences and control strategies of biological invasion. *Chin J Appl Ecol (应用生态学报)*, **14**(10): 1795 ~ 1798 (in Chinese)
- 16 Xu R-M (徐汝梅). 2003. Bio-invasion: Data Integration, Quantitative Analysis & Prediction. Beijing: Science Press. (in Chinese)

**作者简介** 郭水良,男,1964年生,博士,教授.主要从事植物系统分类学和生态学教学与科研工作,发表论文100余篇,其中SCI收录14篇.E-mail: guoshuilang@163.com.

**责任编辑** 李凤琴