

不同气象因子、不同叶片生理状态下 美洲斑潜蝇老熟幼虫的离叶规律*

张慧杰^{1**} 段国琪¹ 张战备¹ 景秀文² 王娇娟¹

(¹山西省农业科学院棉花研究所 运城 044000)

(²山西省运城农学院 运城 044000)

摘要 基于光周期理论难以圆满解释晴天早晨、阴天和高湿条件利于美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae*) 老熟幼虫离叶的现象, 于2007~2009年在不同光暗处理、不同空气湿度和不同叶片生理状态下研究了该蝇老熟幼虫的离叶动态. 在持续光照、持续黑暗和光暗交替的处理中, 老熟幼虫的离叶时间都集中在6~14点, 离叶时间与光照无密切关系. 晴天老熟幼虫的离叶时间主要在早晨, 阴天几乎整个白昼幼虫都可离叶. 幼虫离叶的速度和数量随相对湿度的增高而上升. 在晴、阴天, 幼虫离叶率与相对湿度 ($r_{\text{晴天}}=0.33$, $r_{\text{阴天}}=0.54$)、叶片蒸腾速率 T_r ($r_{\text{晴天}}=-1.0$, $r_{\text{阴天}}=-0.58$) 和叶片胞间 CO_2 浓度 C_i ($r_{\text{晴天}}=1.0$, $r_{\text{阴天}}=0.37$) 的变化存在一定的相关性. 晴天叶片的含水率以早晨6~10点最高 (含水率>64%), 阴天6~18点叶片的含水率一直保持在较高的水平 (含水率>67%). 晴、阴天老熟幼虫离叶的持续时间与叶片较高含水量的持续时间相吻合. 因此认为, 幼虫的离叶时间与植物叶片生理有密切的关系. 叶片 T_r 低, C_i 和含水率高, 叶肉组织膨胀, 利于幼虫离叶. 空气湿度是影响幼虫离叶的重要气象因子. 图1 表3 参12

关键词 叶片生理; 气象因子; 美洲斑潜蝇; 老熟幼虫; 离叶

CLC S433 : Q969.464.208

Dynamics of Crawling out of the Mines for *Liriomyza sativae* Mature Larvae under Different Meteorological Conditions and at Different Physiological States of Leaves*

ZHANG Huijie^{1**}, DUAN Guoqi¹, ZHANG Zhanbei¹, JING Xiuwen² & WANG Jiaojuan¹

(¹Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Science, Yuncheng 044000, Shanxi, China)

(²Yuncheng Agricultural College, Yuncheng 044000, Shanxi, China)

Abstract Photoperiod theory can hardly give a satisfied answer to the phenomenon that why it is favorable for *Liriomyza sativae* mature larvae to crawl out of the mines in the sunny mornings, cloudy days and condition of high humidity. During the period of 2007~2009, under the conditions of different light and dark statuses, different air humidities and different blade-physiology states, the study was conducted to find out the influence of different meteorological factors and blade-physiology states on crawling out of the mines for mature larvae. In the treatments of constant light, constant dark, and light and dark alternation, the time of crawling out of the mines for mature larvae onto the upper surface of leaves (i.e., larval emergence) occurred exclusively at 6:00 am~2:00 pm. There was no close relation between the time of larval emergence and light. In sunny days, the time of larval emergence happened in the morning, while in cloudy days, it occurred almost in the whole daytime. The rate and quantity of larval emergence increased with the increase of relative humidity. Whether in sunny or cloudy days, there were certain correlations between the rate of larval emergence and relative humidity ($r_{\text{sunny}}=0.33$, $r_{\text{cloudy}}=0.54$), and leaf transpiration rate (T_r) ($r_{\text{sunny}}=-1.0$, $r_{\text{cloudy}}=-0.58$) and intercellular CO_2 concentration (C_i) ($r_{\text{sunny}}=1.0$, $r_{\text{cloudy}}=0.37$). In sunny days, the leaf moisture content was the highest (percent moisture content > 64%) during 6:00~10:00 am, but in cloudy days it kept a higher level (percent moisture content > 67%) during 6:00~18:00. The sustained time of both larval emergence and higher moisture content in blade in sunny and cloudy days was identical. It is suggested that the time of larval emergence is closely related to the blade physiology. The low T_r , high C_i and moisture content and mesophyll tissue expansion of blades were favorable for mature larvae to crawl out of the mines. The air humidity is a main meteorological factor affecting the larval emergence. Fig 1, Tab 3, Ref 12

Keywords blade physiology; meteorological factor; *Liriomyza sativae*; mature larvae; crawling out of the mine

CLC S433 : Q969.464.208

美洲斑潜蝇 (*Liriomyza sativae*) 是威胁我国农业生产的

一种重要害虫. 其1~3龄幼虫均在叶片的栅栏组织营潜食生活, 进入3龄末期, 在叶片上表皮辟一开口, 靠自身蠕动脱离叶片. 通常认为幼虫离叶主要在早晨或者上午^[1~6]. Petitt报道, 幼虫离叶与光周期有一定的关系, 幼虫离叶只发生在光照阶段; 在光暗交替条件下, 几乎所有 (98%) 的幼虫在光照阶段

收稿日期: 2010-01-19 接受日期: 2010-03-23

*山西省自然科学基金项目 (No. 961013) 资助 Supported by the Natural Science Foundation of Shanxi, China (No. 961013)

**通讯作者 Corresponding author (E-mail: huijiezhang001@163.com)

离叶, 高峰期在光照阶段的最初5 h; 在全光照条件下, 幼虫连续离叶^[7-8]。但据笔者多年观察, 晴天幼虫离叶主要发生在早晨, 而阴、雨天或在日光温室内几乎整个白天都可离叶, 并以此建立了湿室获得大量美洲斑潜蝇老熟幼虫的方法^[9]。多种现象显示, 老熟幼虫脱离叶片并无固定的时段, 主要取决于环境条件。从表面上看, 似乎空气湿度影响着老熟幼虫从叶内的“孵出”, 但幼虫一直生活在叶内, 其“孵出”过程必然与叶片的生理状况有关。鉴于此, 我们研究了影响美洲斑潜蝇老熟幼虫离叶的气象因子和叶片生理状况, 以期为美洲斑潜蝇的种群监测奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 作物 蓖麻 (*Ricinus communis*), 品种为晋98-2, 生育期为苗期和花果期。大田蓖麻的播种时间均为2008年4月上旬。播种地点在山西省农业科学院棉花研究所农场。

1.1.2 取叶器 直径0.7 cm的打孔器。

1.1.3 培养室 在24 ℃下, 用CaO在容积60 L的玻璃缸内控制30%的相对湿度 (RH), 用KOH溶液 (62.5 g/100 mL H₂O)、KOH溶液 (25 g/100 mL H₂O) 和蒸馏水在容积 27 L的玻璃缸内造成50%、80%和100%的RH。

1.1.4 育苗钵 直径8 cm、高10 cm的白色塑料营养钵, 内装农田土壤 (壤土), 土壤含水量为13.6%。

1.2 方法

1.2.1 光照与老熟幼虫离叶的关系 在育苗钵内播种蓖麻, 出苗后用防虫网覆盖。2009年9月25日, 当蓖麻苗龄达到4片真叶时, 将人工饲养的美洲斑潜蝇成虫群体释放到网棚内, 24 h后驱逐成虫。10月3日, 蓖麻叶上的幼虫发育至3龄末期时, 将育苗钵移置在: 1) 夜间黑暗, 白天光照, 光周期L12:D12; 2) 24 h光照; 3) 24 h黑暗的3种培养室内。在蓖麻冠层的下方放一个硬纸盘收集老熟幼虫。每个处理重复3次。

试验分别在RH 60%和80%两种条件下同时进行。培养条件: 平均温度24 ℃。人工光源: 光照强度1 035 lx。观察记载: 2009年10月2日18点~10月4日18点, 每2 h记录1次不同处理的离叶幼虫数。

1.2.2 不同相对湿度下老熟幼虫离叶的速度与数量 采用育苗钵培育蓖麻苗, 2片真叶时接虫, 接虫方法同1.2.1。2007年1月

下旬蓖麻叶上的幼虫发育到3龄末期时, 将育苗钵 (钵体用塑料薄膜严封) 移置于4种不同空气湿度 (表2) 的培养室内, 每处理重复3次。经测定, RH 30%和RH 50%的培养室移置蓖麻后相对湿度略有升高, RH 30%者升高到RH 35%, RH 50%者升高到RH 55%。

培养条件: 夜间室温21 ℃, 早晨温度17 ℃, 白天平均温度24 ℃。光周期L12:D12。白天光照强度300~9 500 lx。

记载方法: 2007年1月25日18点~1月27日18点, 每2 h记录1次不同处理的离叶幼虫数。根据观察结果, 计算处理后12 h、18 h、24 h、36 h、42 h和48 h的累计幼虫离叶率。离叶率 (%) = 实际离叶虫数×100/供试虫数。幼虫收集方法同1.2.1。

1.2.3 主要气象因素和叶片生理对老熟幼虫离叶的影响 大田蓖麻出苗后用防虫网覆盖。2008年8月中旬按1.2.1中的接虫方法逐日在不同的网棚内释放成虫, 24 h后撤网驱逐成虫, 再用防虫网覆盖, 定时浇水。于阴、晴天, 1) 选择幼虫发育到3龄末期的叶片, 标定测试部位, 从6~18点每小时记录1次幼虫离叶数、相对湿度、气温和光照强度; 用CI-310型便携式光合测定系统测定叶片的光合速率 (P_n)、气孔导度 (G_s)、胞间CO₂浓度 (C_i) 和蒸腾速率 (T_r)。因早晨湿度大, 影响仪器工作, 叶片生理测定从8点开始, 每小时一次, 截止下午18点。每个时段重复测定3次。2) 6~18点, 每小时在蓖麻同一叶片用打孔器采样 (叶饼), 重复5次。叶饼称量鲜重后, 将其编号, 放入称量瓶, 在105 ℃烘箱中烘30 min, 然后于80 ℃下烘干至恒重。称量仪器为日本A&D公司产GR-202型电子分析天平, 读数精度0.1 mg。叶片含水率计算公式为: 含水率 (%) = (鲜重-干重)×100/鲜重。3) 6~18点, 每小时在田间采蓖麻 (倒数第8叶) 植株上同一叶片的叶组织, 放入保湿盒, 立即在室内作切片, 镜检并测量其上表皮厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度和下表皮厚度。每项内容重复观察和测量4次。

生理测定资料及微环境参数直接存入仪器控制台电脑, 在Microsoft Excel 2000程序中读取资料并分析。

1.2.4 统计分析 试验结果进行方差分析, 多重比较采用SSR测验。

2 结果

2.1 光暗处理对老熟幼虫离叶的影响

试验结果 (表1) 显示, 在持续光照、持续黑暗或光暗交

表1 不同光暗处理下美洲斑潜蝇老熟幼虫的离叶率

Table 1 Larval emergence percentage of *L. sativae* with different light and dark treatments

相对湿度(RH/%) Relative humidity	处理 Treatment	时间(点) Time (O'clock)											
		0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~20	20~22	22~24
60	持续光照 Constant light	0	0	0	23.6	38.0	29.6	8.8	0	0	0	0	0
	持续黑暗 Constant dark	0	0	3.4	26.7	35.6	30.5	3.8	0	0	0	0	0
	光暗交替 Light and dark alternation	0	0	2.9	31.4	32.3	27.8	5.6	0	0	0	0	0
80	持续光照 Constant light	0	0	5.6	21.4	38.5	34.5	0	0	0	0	0	0
	持续黑暗 Constant dark	0	0	2.4	26.7	33.5	32.8	4.6	0	0	0	0	0
	光暗交替 Light and dark alternation	0	0	0	31.3	37.5	28.8	2.4	0	0	0	0	0

替的处理中,老熟幼虫均在4~6点开始离叶,下午14点离叶结束.在3个处理中,傍晚18点~次日4点期间幼虫皆不离叶.幼虫离叶时间与光照无密切的关系.

2.2 老熟幼虫离叶与相对湿度的关系

美洲斑潜蝇老熟幼虫离叶的速度和数量随相对湿度的增高而上升(表2).如18 h时,RH 100%处理的幼虫离叶率达35.1%,而RH 35%处理的仅14.4%.48 h时,RH 100%处理的幼虫离叶率达94.1%,RH 35%处理的为69.4%.根据48 h幼虫离叶率观察结果,老熟幼虫离叶率与相对湿度之间的回归关系为: $Y=0.61+0.36X\pm 0.01$ ($r=0.93$, $P<0.05$).

2.3 老熟幼虫离叶与主要气象因子和叶片生理的关系

无论晴天和阴天幼虫离叶都从早晨7点开始.幼虫在晴天的离叶高峰早于阴天.统计分析结果表明,在上述两种天气下,一日内不同时段幼虫离叶率都与相对湿度的变化有一定的相关性($r_{\text{晴天}}=0.33$, $r_{\text{阴天}}=0.54$),与光照强度和气温之间的关系无规律性(表3).

据测定(图1),晴天蓖麻叶片的 P_n 、 T_i 和 C_i 较高,一日内的变幅较大;而阴天 P_n 、 T_i 和 C_i 较低,一日内的变幅较小.无论是晴天早晨还是阴天早晨,蓖麻叶片的 T_i 都处于一日内的最低点,而 C_i 均处于最高点.晴天叶片气孔导度由高逐渐减小,阴天由低增高,10点以后逐渐减小.

老熟幼虫离叶率与上述叶片生理参数关系的统计结果表明,在晴天和阴天,幼虫离叶率均与叶片的 T_i 相关程度($r_{\text{晴天}}=-1.0$, $r_{\text{阴天}}=-0.58$)最高,与 C_i 的相关性($r_{\text{晴天}}=1.0$, $r_{\text{阴天}}=0.37$)次之,与 P_n 和 G_s 之间的关系无规律性.

叶片蒸腾作用的高低直接影响着叶片的含水量和叶片

厚度.据测定,晴天蓖麻叶片的含水率以早晨6~10点最高(含水率>64%),10点以后下降,11~18点为53.1%~57.9%;阴天6~18点的蓖麻叶片含水率一直保持在较高的水平(含水率>67%).晴天蓖麻叶片含水率的变异系数为9.08,阴天为2.98.对蓖麻叶片的解剖结构观察与测量结果,晴天早晨叶片最厚,中午和下午变薄.阴天亦以早晨的叶片最厚,但全天的厚度变化很小,差异不显著($P<0.05$).由此显示,晴、阴天幼虫离叶的持续时间(表3)与叶片较高含水量和较高厚度的持续时间吻合.

3 讨论

3.1 水分子在叶内的浓度远远大于叶片外的浓度,当叶片的气孔开放时, G_s 增加, T_i 加快,水分子迅速通过气孔散失到大气中,从而导致叶片含水率降低.当叶片失水达到一定程度时,气孔关闭, T_i 下降.叶片由于开放失水增加了根茎间的水分扩散压力差,当气孔关闭后,叶片吸水保持进行,最终使丧失的水分恢复和稍过量恢复,这时气孔重新开放,蒸腾又开始上升.蒸腾流和蒸腾拉力的形成主要是太阳能作用的结果,温度越高蒸腾越大^[10].所以,早晨的叶片含水率往往较高.日光温室中,因空气湿度高,作物蒸腾强度低,叶片含水率常常保持在较高的水平.本文研究结果显示,叶片 T_i 低, C_i 和含水率高,叶肉组织膨胀,有利于美洲斑潜蝇老熟幼虫离叶.以此可以较好地解释晴天早晨、阴天和高湿条件利于美洲斑潜蝇老熟幼虫离叶的种种现象.

多数植物在早晨长得最快,而在一天中的其它时间长得较慢^[11];小麦、棉花等作物的出土时间往往在早晨,阴、雨天

表2 不同相对湿度条件下美洲斑潜蝇老熟幼虫的离叶率
Table 2 Larval emergence percentage of *L. sativae* at different relative humidities

相对湿度(RH/%) Relative humidity	离叶率 Larval emergence percentage (r/%)					
	12 h	18 h	24 h	36 h	42 h	48 h
35	0	14.4±0.6 c	28.8±0.6 c	28.8±1.2 c	66.4±2.1 d	69.4±0.6 c
55	0	27.5±0.7 b	31.7±1.0 b	31.7±1.0 c	78.8±2.6 c	85.5±0.4 b
80	0	30.2±2.1 a	30.2±0.9 b	38.4±1.5 b	85.6±0.5 b	90.3±2.1 a
100	0	35.1±1.2 a	35.1±1.1 a	43.4±1.6 a	90.2±0.9 a	94.1±1.5 a

同一列标有不同字母表示其数据差异显著($P<0.05$) Data in the same column followed by different letters differed significantly ($P<0.05$)

表3 美洲斑潜蝇老熟幼虫离叶与气温、光照强度和相对湿度的关系
Table 3 The relations between larval emergence and air temperature, and light intensity and relative humidity

天气 Weather	项目 Item	时间(点) Time (O'clock)							
		6	7	8	9	10	11	12	13
晴天 Suny	离叶率 Larval emergence percentage (r/%)	0	3.3	62.1	29.7	4.9	0	0	0
	光照强度 Light intensity (E/lx)	3560	10670	17930	118500	127320	135690	147920	132040
	气温(°C) Air temperature	22.5	24.5	28	29.5	30.2	31.6	32.5	33.4
	相对湿度(RH/%) Relative humidity	80	69	67	58	52	50	49	47
	离叶率 Larval emergence percentage (r/%)	0	7.7	15.4	34.6	16.7	14.1	9.0	1.3
阴天 Cloudy	光照强度 Light intensity (E/lx)	890	1470	5600	13600	18500	24400	22000	8700
	气温(°C) Air temperature	24.5	25	25.5	26	26.5	27.5	27.5	27.5
	相对湿度(RH/%) Relative humidity	78	74	74	72	68	60	60	60
	离叶率 Larval emergence percentage (r/%)	0	7.7	15.4	34.6	16.7	14.1	9.0	1.3

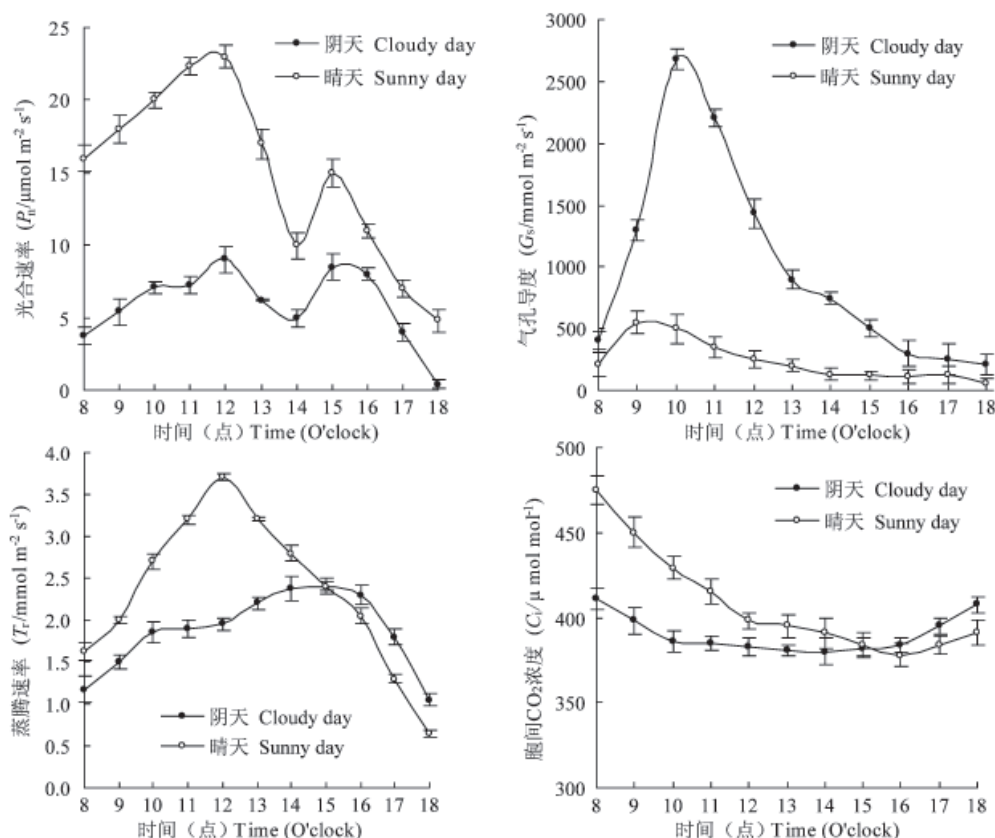


图1 一日内蓖麻叶片的生理变化
Fig. 1 Diurnal physiological changes of castor bean leaf

利于其出土, 这些现象与节律与美洲斑潜蝇幼虫的离叶时间非常相似。而Petitt等人提出的光周期理论^[7-8], 难以对幼虫离叶的多种现象作出满意的解释, 如阴、雨天为何幼虫离叶时间明显延长? 加大空气湿度为何利于幼虫离叶? 在Petitt等人的实验^[8]中, 只有全光照(L:L)和光暗交替(L:D)两种处理, 而无全黑暗(D:D)处理, 这是一大缺陷。

3.2 植物冠层不同部位的叶片对光照和气温变化的感受时间和强度是不同的。本研究所测的叶片是植株的外层叶, 所以其6~10点的含水率较高。而植株内层的叶片, 由于感受光照和气温升高的时间较迟, 所以其含水率的下降期也相应滞后。有资料认为美洲斑潜蝇幼虫的离叶时间在早晨^[1, 5]; 有认为在早晨露水干后至上午11点^[2]; 还有认为在14 h光照条件下, 96%的3龄幼虫在7~14点离叶, 高峰出现在8~10点^[7], 以上差异可能与观察的叶位不同有关。

3.3 大气CO₂浓度变化很小, 叶片C_i的变化主要是光合作用所引起——同样的气孔导度下, 光合作用强则C_i低, 这时气孔张开, 可以多吸收CO₂; 光合作用弱则C_i高, 这时气孔收缩可以节约水分^[12]。晴、阴天的早晨因叶片光合作用弱, C_i处于一日的最高点。阴天叶片的光合作用较弱, 一日内 C_i和T_r的变幅较小(图1)。由于C_i与T_r、T_e与RH之间有密切的关系。因此, 本研究测定结果表明, 一日内的幼虫离叶率与这3个参数之间都存在着一定的相关性。

3.4 由本试验可以看出, 蓖麻苗无论处于全光照、全黑暗或光暗交替的条件下, 幼虫离叶的时间皆始于早晨。从植物生

理来看, 其可能受到气孔振荡和气孔内在昼夜节律的支配。由于夜间植物气孔关闭, 蒸腾作用减小, 呼吸作用加强, 叶片内的水分和C_i于早晨达到一日的最大值。植物无论处于连续光照或黑暗之下, 气孔都随一天的昼夜交替而开闭。

致谢 中国科学院动物研究所赵云鲜博士为本研究提供部分资料。

References

- Xie QH (谢琼华), He TL (何谭连), Cai DJ (蔡德江), Huang HQ (黄河清). Occurrence and the damage of *Liriomyza sativae* and its control. *Plant Prot* (植物保护), 1997, 23 (1): 20~22.
- Li JL (李俊林), Zhang JS (张京社). Occurrence and control of *Liriomyza sativae* in Shanxi. *J Shanxi Agric Sci* (山西农业科学), 1998, 26 (3): 81~84.
- Meng FX (孟凡秀), Wang CP (王翠萍), Zhao WX (赵文学). Morphology and main habits of *Liriomyza sativae*. *J Shandong Agric Sci* (山东农业科学), 1998, 4: 34.
- Liu SD (刘世栋), Li XJ (李学军), Wang JL (王军利). Biological characteristics of *Liriomyza sativae*. *J Liaoning Agric Sci* (辽宁农业科学), 1998, 4: 19~23.
- Zhang HJ (张慧杰), Li JS (李建社), Zhang LP (张丽萍). Life cycle and habits of *Liriomyza sativae* in Shanxi Province, China. *Chin J Appl Environ Biol* (应用与环境生物学报), 2000, 6 (6): 565~571.
- Zhang GL (张国良), Fu WD (付卫东), Liu K (刘坤). Main Exotic Invading Organisms in Agriculture. Beijing, China: Science Press (北京: 科学出版社), 2000.

- 科学出版社), 2008. 228
- 7 Petitt FL, Allen JC, Barfield CS. Degree-day model for vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) phenology. *Environ Entomol*, 1991, **20** (4): 1134~1140
 - 8 Petitt FL. Effect of photoperiod on larval emergence and adult eclosion rhythms in *Liriomyza sativae*. *Florida Entomol*, 1991, **74** (4): 581~584
 - 9 Duan GQ (段国琪), Zhang ZB (张战备), Zhang LP (张丽萍). Methods for obtaining mass of *Liriomyza sativae*. *Entomol Knowl* (昆虫知识), 2003, **40** (2): 153
 - 10 Zhang ZB (张正斌). Fundamentals of Physiology and Genetics and Breeding in Crop Drought Resistance and Water Saving. Beijing, China: Science Press (北京: 科学出版社), 2003. 107~138
 - 11 Piltz A, Van Bever R. Time Without Clocks. Translated by Wang SK (王树凯), Liu JC (刘锦城). Beijing, China: Science Press (北京: 科学出版社), 1979. 15
 - 12 Wang TD (王天铎). A letter on transpiration. *Plant Physiol Commun* (植物生理学通讯), 1996, **32** (2): 159



生物入侵: 预警篇

(国家科学技术学术著作出版基金资助出版, “十一五”国家重点图书出版规划)

万方浩 彭德良 王瑞 等著 科学出版社出版(2010年9月) 978-7-03-028734-2 ¥198.00

内容简介

本书是国家重点基础研究发展计划(“973”计划)项目“重要外来物种入侵的生态影响机制与监控基础”(2009CB119200)、“十一五”国家科技支撑计划课题“入侵物种风险评估与早期预警技术”(2006BAD08A15)与科技部基础性工作专项“中国外来入侵物种及其安全性考察”(2006FY111000)的研究成果专著。本书系统地综合了国内外外来入侵物种风险评估与早期预警的理论与应用研究成果,分为上、下篇。上篇为理论篇,围绕风险评估与早期预警的科学问题,主要论述早期预警体系的构建、入侵物种的数据库与信息共享、入侵物种的适生性风险评估技术与方法、外来入侵物种控制预案编写的基本框架。下篇为应用篇,主要论述了64种我国重要农林入侵物种的适生性风险分析,并提出了相应的控制预案,这些研究成果可为控制与管理我国重要农林外来物种入侵提供决策依据。

本书既可供从事生物安全领域的专业研究人员、大专院校师生,从事动植物检疫和农业、林业的科研人员、行政官员及管理人员参考,也可为广大公众了解入侵生物知识,为政府部门制定入侵生物预防与控制行动提供决策依据。

江西阳际峰自然保护区综合科学考察报告

郭英荣 等 主编 科学出版社出版(2010年8月) 978-7-03-028279-8 ¥98.00

内容简介

本书是对江西阳际峰地区生物多样性综合考察的总结,内容涉及地质地貌、土壤、气候、水文、植被、菌物和自然保护区评价,并着重对动物物种多样性(两栖纲、昆虫纲、爬行纲、鸟纲、哺乳纲、鱼类资源)、植物物种多样性(蕨类、裸子植物、被子植物)、动物区系、植物区系等的研究进行了介绍。此外,还对当地相关生态环境资源、生态旅游等进行了科学评价。本书对评价江西阳际峰地区生物资源的科学价值,对探讨和预测江西阳际峰地区生态环境的演变过程具有重要的理论意义,对政府部门开展生态旅游规划以及自然保护管理等方面也具有实际指导意义。

本书可供植物学、动物学、生态学等方向的科研人员、高等学校师生、生物多样性和生态旅游爱好者参考,也可政府部门、自然保护管理部门的工作人员提供参考。

欢迎邮购各类图书 欢迎致电索要书目

联系人: 科学出版社科学销售中心 周文宇 电话: 010-64031535 E-mail: zhouwenyu@mail.sciencep.com

网上订购: www.dangdang.com www.amazon.cn

科学出版中心生物分社 电话: 010-64012501 网址: www.lifescience.com.cn E-mail: lifescience@mail.sciencep.com