

永州广聚萤叶甲和豚草卷蛾的种群动态及 对豚草的控制效果

陈红松^{1,2}, 郭建英¹, 万方浩¹, 周忠实^{1*}

¹中国农业科学院植物保护研究所植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193;

²广西农业科学院植物保护研究所广西作物病虫害生物学重点实验室, 广西南宁 530007

摘要:【目的】豚草是一种重要的入侵杂草, 严重危害农业生产和人类健康。广聚萤叶甲和豚草卷蛾是豚草的专一性天敌。研究这 2 种天敌在永州的种群动态及其对豚草的控制效果, 可以为永州豚草的防控及这 2 种天敌的有效利用提供依据。【方法】在湖南省永州市江永县豚草大面积发生区域, 人工释放广聚萤叶甲和豚草卷蛾, 调查这 2 种天敌在释放区和扩散区的种群动态和对豚草的防治效果, 以及这 2 种天敌在扩散区的越冬情况。【结果】广聚萤叶甲和豚草卷蛾的扩散能力强。释放 1 个月后, 在释放区, 广聚萤叶甲各虫态及豚草卷蛾虫瘿均被发现。整体上, 随时间延长, 广聚萤叶甲各虫态虫口密度先增后减, 而豚草卷蛾虫瘿密度呈逐渐降低趋势。释放 2 个月后, 在距释放区边缘 10 km 的豚草发生区, 发现了广聚萤叶甲和豚草卷蛾, 且成功建立了种群并顺利越冬。释放区豚草株高几乎没有增加, 且叶片最终被取食精光, 几乎全部死亡; 扩散区豚草株高略有增加, 最终近 75% 叶片被取食。【结论】广聚萤叶甲和豚草卷蛾可在永州成功建立种群并安全越冬, 还能自行扩散, 可持续控制野外豚草的发生。

关键词: 广聚萤叶甲; 豚草卷蛾; 豚草; 控制效果; 扩散

Population dynamics of *Ophraella communa* and *Epiblema strenuana* and their control efficiency on *Ambrosia artemisiifolia* in Yongzhou City, Hunan Province, China

CHEN Hongsong^{1,2}, GUO Jianying¹, WAN Fanghao¹, ZHOU Zhongshi^{1*}

¹State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; ²Guangxi Key Laboratory for Biology of Crop Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007, China

Abstract: 【Aim】The common ragweed *Ambrosia artemisiifolia* is an important invasive weed, which seriously endangers agricultural production and human health. *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae) and *Epiblema strenuana* (Lepidoptera: Tortricidae) are two specific natural enemies of this plant. Study on the control effect of these two natural enemies and their population dynamics in Yongzhou will provide information towards effective utilization of these two natural enemies. 【Method】*O. communa* and *E. strenuana* were artificially released in a large area of common ragweed in Jiangyong County, Yongzhou City, Hunan Province. The population dynamics of these two natural enemies and their control efficiency on *A. artemisiifolia* in the released and expanded fields, and their wintering in the expanded fields were investigated. 【Result】All instars of *O. communa* and galls of *E. strenuana* were found in the released field one month after release. Overall, the population density of each instar *O. communa* increased first and then decreased, while the population density of *E. strenuana* was always low and decreased with time. *O. communa* and galls of *E. strenuana* were found on common ragweed 10 km from the edge of the released field after two months. Populations of these two natural enemies were successfully established and overwintered safely. In the release field, the height of common ragweed hardly increased, and the leaves were eventually eaten and almost all plants died. In the newly colonised fields, plant height increased slightly, and nearly 75% of the leaves were eaten. 【Conclusion】*O. communa* and *E. strenuana* successfully established in Yongzhou City and successfully overwintered, then spread autonomously, and showed strong promise to control common ragweed.

收稿日期 (Received): 2018-10-10 接受日期 (Accepted): 2018-11-03

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFC1202100)

作者简介: 陈红松, 男, 副研究员, 博士。研究方向: 入侵生物学。E-mail: chenhongsong2061@163.com

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: zs.zh@126.com

Key words: *Ophraella communa*; *Epiblema strenuana*; *Ambrosia artemisiifolia*; control efficiency; dispersal

豚草 *Ambrosia artemisiifolia* L., 起源于北美, 是一种广泛分布的一年生恶性入侵杂草。由于其致敏花粉能引起诸如鼻炎和哮喘等疾病, 且其较强竞争力会对农业生产造成严重影响, 故被认为是一种极为危险的入侵物种 (Cardarelli *et al.*, 2018)。该杂草于 20 世纪 30 年代传入我国东南沿海地区 (万方浩和王韧, 1988), 随后形成多个扩散中心, 迅速向四周扩散, 现已分布至我国 21 个省市 (Zhou *et al.*, 2017)。目前, 豚草的防治以化学农药和人工割草为主 (Patracchini *et al.*, 2011); 但由于传统防治方法 (化学和物理) 受环境和经济条件 (如半自然生境、有机农业或广泛分布的入侵植物) 所限不能充分发挥作用 (Lommen *et al.*, 2018)。传统生物防治是较有前途的防治措施, 这种措施是从原产地引入天敌控制被入侵地的有害植物 (Müller-Schärer & Schaffner, 2008)。生物防治由于具有持久、经济、环境友好等优势, 已经被成功应用于多种入侵植物的防控 (Seastedt, 2015)。在中国, 豚草生物防治始于 20 世纪 80 年代, 经过多年研究, 确认豚草卷蛾 *Epiblema strenuana* Walker 和广聚萤叶甲 *Ophraella communa* Lesage 是较为有效的豚草生防天敌 (Zhou *et al.*, 2017)。

广聚萤叶甲起源于北美, 以幼虫和成虫取食豚草叶片和分生组织 (Cardarelli *et al.*, 2018), 在种群密度较高时, 可以吃光豚草叶片, 抑制豚草开花结实 (Müller-Schärer *et al.*, 2014; Zhou *et al.*, 2014)。在中国, 广聚萤叶甲于 2001 年首次发现于南京郊外 (孟玲和李保平, 2005)。由于其安全、高效、生态适应性强而得到广泛应用 (Zhou *et al.*, 2014, 2017)。豚草卷蛾是一种以幼虫钻蛀豚草茎秆, 且在茎秆内完成幼虫和蛹期发育的重要天敌昆虫。该虫于 1987 年从澳大利亚引进我国, 由于其寄主专一性和生态适应性较强、种群发展速度快和控害能力强等特点, 1993 年被释放于湖南和辽宁, 用以控制豚草, 后成功在野外建立种群, 并迅速扩散至其他省市 (陈红松等, 2009; Zhou *et al.*, 2017)。

由于空间生态位的差异, 2 种天敌具有较好的互补优势, 田间同时释放对杂草的控制效果更加显著 (Guo *et al.*, 2011; Zhou *et al.*, 2017)。因此, 笔者在湖南省永州市江永县豚草大面积发生区释放这 2 种天敌, 调查其种群动态及对豚草的防控效果, 以

解决湖南永州豚草泛滥成灾的问题, 并评价其应用前景。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地设释放区和扩散区 2 个区域。释放区位于湖南省永州市江永县允山乡公路边的抛荒地 (25°17'24"N, 111°14'33"E), 土质为砂石土, 土壤较为贫瘠, 核心示范区面积 20 hm², 豚草密度 139 株·m⁻², 株高 50.4 cm; 扩散区位于释放区东侧离村庄方向约 10 km 处的豚草大面积发生区。

1.2 释放虫源

广聚萤叶甲和豚草卷蛾均采自湖南省永州市江永县潇浦镇高泽源农场。释放前一天, 从豚草植株上采集广聚萤叶甲成虫约 2.4 万头放入 3 个 100 目尼龙网袋内, 袋内放足量豚草叶片供叶甲取食; 豚草卷蛾虫瘿约 1.8 万个放入 10 个 50 cm×30 cm×40 cm 纸箱内, 通风透气。

1.3 天敌释放方法

2009 年 6 月 18 日, 将核心示范区相对平均划分为 40 个释放点, 将广聚萤叶甲和豚草卷蛾平分为 40 份, 集中释放于各释放点中心的 10 株豚草上。折算后, 叶甲释放密度为 1200 头·hm⁻², 豚草卷蛾释放密度为 900 头·hm⁻²。

1.4 调查方法

1.4.1 释放区调查 于 2009 年 7 月 18 日—8 月 23 日, 每周调查一次。第 1 次调查采用随机 5 点取样法, 每个取样点用卷尺量取 1 m×1 m 的范围, 抽查 10 株, 共调查 50 株。对第 1 次调查的植株进行标记, 此后仅对定点标记植株进行调查。每株按东、西、南、北 4 个方向各随机抽查 10 片叶, 共调查 40 片叶 (不足 40 片叶时, 调查整株叶片)。记录各叶片被取食等级, 并统计豚草株高、死亡株数及广聚萤叶甲各虫态和豚草卷蛾虫瘿数量 (陈红松等, 2013)。

1.4.2 扩散区调查 于 2009 年 8 月 24 日—11 月 12 日, 每 20 d 调查一次。调查方法同 1.4.1, 记录各叶片被取食等级, 并统计豚草株高及广聚萤叶甲各虫态和豚草卷蛾虫瘿数量。此外, 2010 年 5 月 2 日在扩散区采用随机 5 点取样法调查越冬代广聚萤叶甲数量和第 1 代豚草卷蛾虫瘿数量 (陈红松等,

2013)。每个取样点用卷尺量取 1 m×1 m 的范围, 抽查 10 株,共调查 50 株。

1.5 数据统计与分析

豚草植株死亡率和叶面防控指数的计算公式:

死亡率/% = 死亡株数/调查株数×100;

叶面防控指数 = Σ (各级叶片受害数×相对级数值)/(调查叶片数×最高级数值)。

其中,叶片被取食等级分级标准根据所调查叶片被取食的面积占整片叶面积的比例划分:0 级为叶片未被取食;1 级为 0<被取食面积≤5%;2 级为 5%<被取食面积≤25%;3 级为 25%<被取食面积≤50%;4 级为 50%<被取食面积≤75%;5 级为 75%<被取食面积≤100%(Kovalev et al.,1983)。

用 SPSS 21.0 One-Way ANOVA 对试验数据进

行方差分析,用 Tukey's HSD (honestly significant difference) test 比较不同调查时间豚草株高、叶面防控指数和死亡率的差异程度。

2 结果与分析

2.1 释放区广聚萤叶甲和豚草卷蛾种群动态

广聚萤叶甲和豚草卷蛾的扩散能力强。释放 1 个月后,在选取的 5 个调查样区,广聚萤叶甲各虫态及豚草卷蛾虫瘿均有分布。整体上,随时间延长,广聚萤叶甲各虫态虫口密度先增大后减小。卵在 7 月 24 日和 30 日数量较多,均超过 15 粒·株⁻¹;幼虫在 7 月 30 日和 8 月 5 日较多,均超过 10 头·株⁻¹;除 7 月 18 日外,蛹的密度均超过 2 粒·株⁻¹;成虫几乎均在 1 头·株⁻¹上下波动(图 1A)。豚草卷蛾虫瘿密度整体上随时间延长呈逐渐减小趋势(图 1A)。

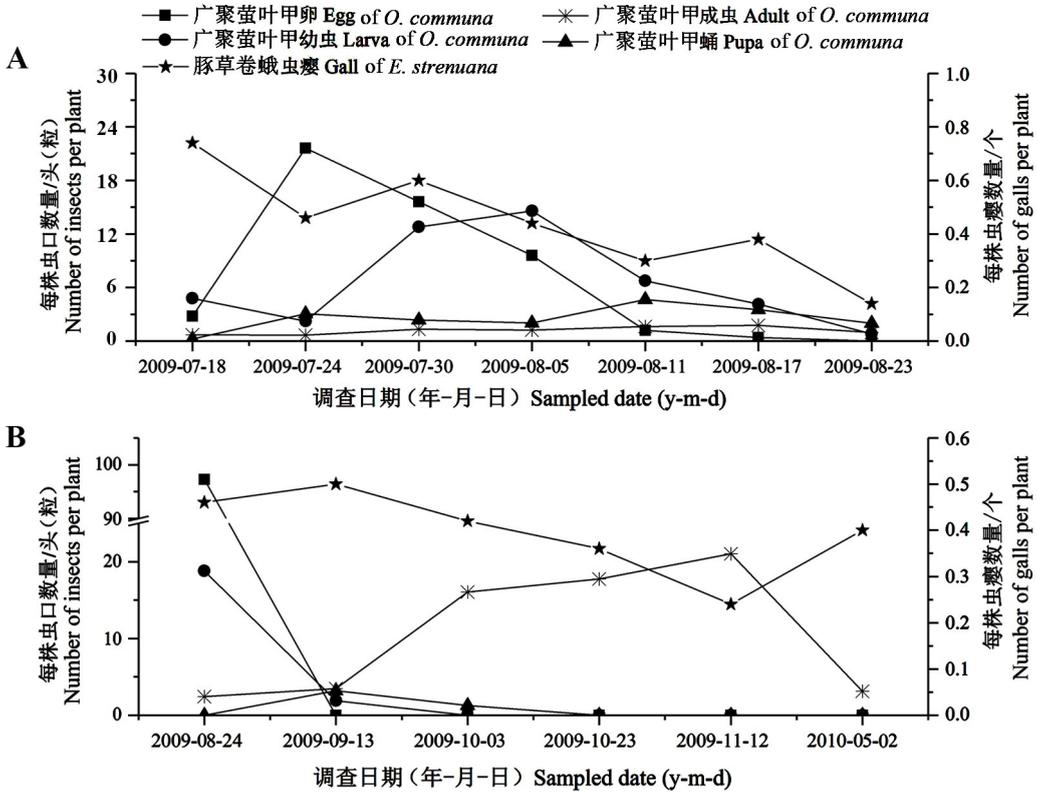


图 1 广聚萤叶甲和豚草卷蛾野外种群数量动态

Fig.1 Population dynamics of *O. communa* and *E. strenuana* in the field

A: 释放区; B: 扩散区。

A: Released field; B: Newly invaded field.

2.2 扩散区广聚萤叶甲和豚草卷蛾种群动态

释放 2 个月后,在距释放区边缘 10 km 处的豚草发生区发现了广聚萤叶甲和豚草卷蛾的踪迹。广聚萤叶甲卵和幼虫在第 1 次调查时达到最高值,高达 97.3 粒·株⁻¹和 18.8 头·株⁻¹,20 d 后几乎均

成长为其他虫态;9 月 13 日和 10 月 3 日发现蛹,但密度仅为 3.2 和 1.3 粒·株⁻¹;成虫密度先增大后减小,10 月 3 日—11 月 12 日,成虫密度较大,均在 15 头·株⁻¹以上,且第 2 年春季(2010 年 5 月 2 日)在扩散区发现了越冬代成虫(图 1B)。豚草卷蛾虫瘿

密度在9月13日达最高,为0.5个·株⁻¹,且第2年春季在扩散区也发现了第1代虫瘿(图1B)。

2.3 天敌对释放区豚草的控制效果

释放天敌后,在调查的1个半月内,豚草株高略有增加,但差异均不显著(图2A)。整个调查期,释放区豚草叶面防控指数呈上升趋势。释放天敌1个月(7

月18日)时,豚草叶面近13%被取食;释放2个月(8月17日)时,豚草叶片几乎被取食精光,叶面防控指数接近1(图2B)。释放36d(7月24日)时,发现死亡豚草植株;之后死亡率逐渐增大,释放2个月(8月17日)时,88%的植株死亡;调查结束(释放66d,8月23日)时,仅有少量植株存活,死亡率达到98%(图3)。

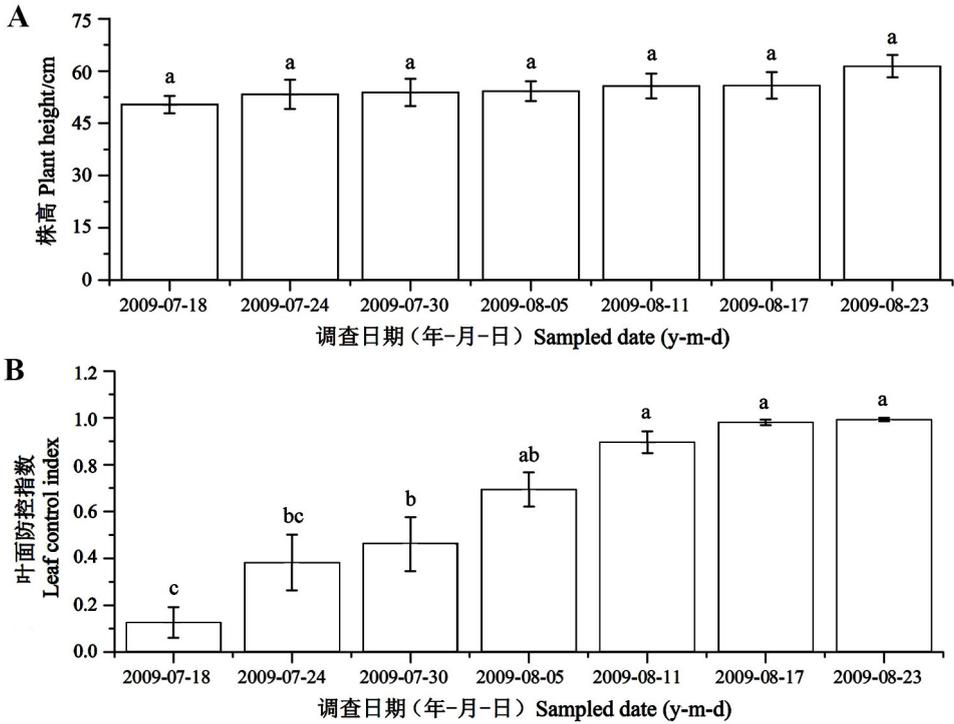


图2 释放区天敌对豚草株高和叶面积的影响

Fig.2 Effect of natural enemies on the plant height and leaf area of *A. artemisiifolia* in the released field

数据为平均值±标准误,柱上不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

Data are means±SE, and the different lowercase letters above the column indicate significant differences at 0.05 level.

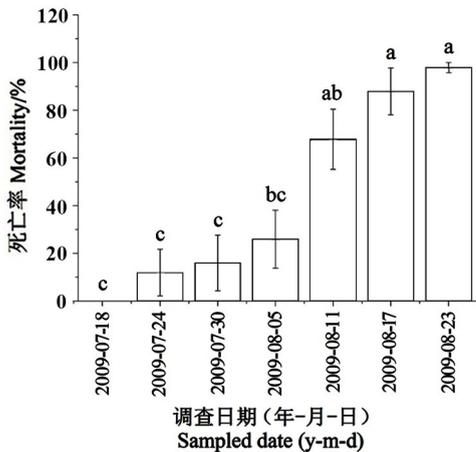


图3 释放区豚草死亡率

Fig.3 Mortality of *A. artemisiifolia* in the field where the two natural enemies were released

数据为平均值±标准误,柱上不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

Data are means±SE, and the different lowercase letters above the column indicate significant differences at 0.05 level.

2.4 天敌对扩散区豚草的控制效果

释放2个月(8月24日)时,扩散区豚草株高96.9cm;之后株高略有增加,基本在105cm左右(图4A)。在扩散区,天敌对豚草叶片的取食效果较为显著,第1次调查(8月24日)时,不足10%的豚草叶面被取食;之后天敌对豚草的叶面防控指数呈跳跃式增长,超过60%的叶面被取食(图4B)。11月12日调查时,豚草已基本死亡。

3 讨论

广聚萤叶甲和豚草卷蛾具有较强的环境适应性和扩散能力。Zhou *et al.* (2010)报道,广聚萤叶甲在室内适宜温度下,单雌产卵量高达2712粒,种群扩增能力极强。豚草卷蛾每代增长率高达10倍,每年可繁殖6~7代,种群扩增能力也较强(McClay, 1987)。本研究发现,释放1个月,广聚萤

叶甲和豚草卷蛾即可在周边建立种群,并向四周传播扩散。一般认为,夏季高温不利于昆虫生长发育,会削弱杂草天敌昆虫的生防效果;但广聚萤叶甲进化能力、生态适应性较强(Tanaka & Murata, 2016),在 44 °C 短时高温胁迫下,仍具有较高的发育适合度(Chen *et al.*, 2018)。因此,本研究中,广聚萤叶甲野外释放后,其种群在盛夏仍可增长,对

豚草起到较好的防治效果。广聚萤叶甲年扩散距离可超过 100 km(Tanaka & Murata, 2016);豚草卷蛾成虫飞行能力较强,年扩散距离也在 100 km 以上(McClay, 1987)。本研究中,释放 2 个月后,在 10 km 外的豚草发生区发现了广聚萤叶甲和豚草卷蛾,是这 2 种天敌扩散能力较强的又一例证。

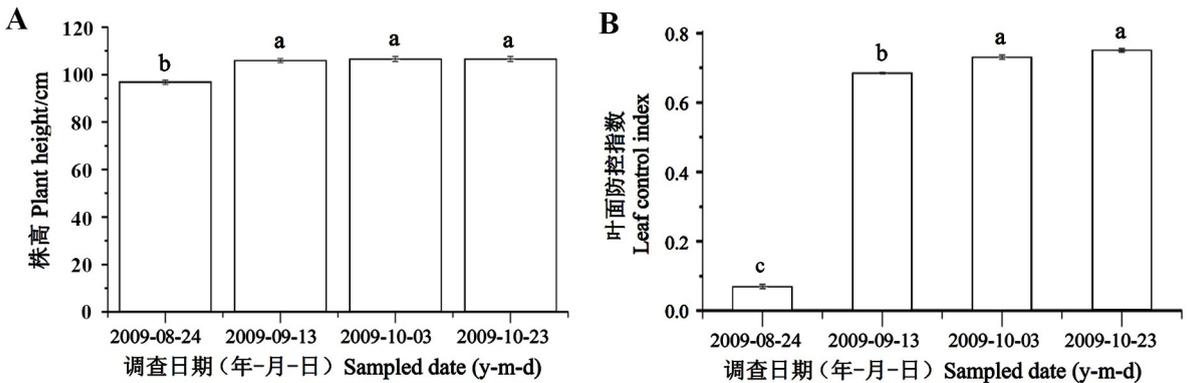


图 4 扩散区天敌对豚草株高和叶面积的影响

Fig.4 Effect of natural enemies on the plant height and leaf area of *A. artemisiifolia* in the newly invaded field
数据为平均值±标准误,柱上不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

Data are means±SE, and the different lowercase letters above the column indicate significant differences at 0.05 level.

广聚萤叶甲取食叶片、嫩芽和花萼,豚草卷蛾钻蛀茎秆,2 种天敌空间生态位差异较大,内外夹击对豚草的控制效果优于单一天敌(陈红松等, 2013; Zhou *et al.*, 2014, 2017)。陈红松等(2013)研究表明,在豚草成株期(株高 100~110 cm)按 1.8 头·株⁻¹广聚萤叶甲+2.3 头·株⁻¹豚草卷蛾的密度释放天敌,可在结实前将豚草全部杀死。Zhou *et al.* (2014)研究了广聚萤叶甲和豚草卷蛾组合对不同高度豚草的控制效果,发现 0.53 头·株⁻¹广聚萤叶甲+0.53 头·株⁻¹豚草卷蛾可杀死 60~70 cm 高的豚草,12 头·株⁻¹广聚萤叶甲+16 头·株⁻¹豚草卷蛾可杀死 90~100 cm 高的豚草。本研究中,无论释放区还是扩散区,在 2 种天敌的联合作用下,豚草的株高和叶面积均受到显著抑制。因为天敌释放时期较早,豚草较为矮小,加上释放区域为砂石地,土壤贫瘠,豚草本身生长缓慢,补偿能力较差,所以笔者以较少的释放虫量取得了较好的防控效果。因此,建议在春季豚草矮小时释放天敌,对豚草的防治将会达到事半功倍的效果。

参考文献

- 陈红松, 郭薇, 李敏, 郭建英, 罗源华, 周忠实, 2013. 广聚萤叶甲和豚草卷蛾联合控制外来入侵豚草的田间试验. *中国生物防治学报*, 29(3): 362-369.
- 陈红松, 周忠实, 郭建英, 王沫, 彭兆普, 2009. 豚草(*Ambrosia artemisiifolia* L.)种群控制研究概况. *植物保护*, 35(2): 20-24.
- 孟玲, 李保平, 2005. 新近传入我国大陆取食豚草的广聚萤叶甲. *中国生物防治*, 21(2): 65-69.
- 万方浩, 王韧, 1988. 豚草在我国的发生危害及其防治. *农业科技通讯* (5): 24-25.
- CARDARELLI E, MUSACCHIO A, MONTAGNANI C, BOGLIANI G, CITTERIO S, GENTILI R, 2018. *Ambrosia artemisiifolia* control in agricultural areas: effect of grassland seeding and herbivory by the exotic leaf beetle *Ophraella communa*. *NeoBiota*, 38: 1-22.
- CHEN H S, ZHENG X W, LUO M, GUO J Y, SOLANGI G S, WAN F H, ZHOU Z S, 2018. Effect of short-term high-temperature exposure on the life history parameters of *Ophraella communa*. *Scientific Reports*, 8: 13969.

- GUO J Y, ZHOU Z S, ZHENG X W, CHEN H S, WAN F H, LUO Y H, 2011. Control efficiency of leaf beetle, *Ophraella communa*, on the invasive common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, at different growing stages. *Biocontrol Science and Technology*, 21(9): 1049–1063.
- KOVALEV O V, REZNIK S Y, CHERKASHIN V N, 1983. Specific features of the methods of using *Zygogramma Chev.* (Coleoptera: Chrysomelidae) in biological control of ragweeds (*Ambrosia artemisiifolia* L., *A. psilostachya* D.C.). *Entomologicheskoe Obozrenije*, 62: 402–408.
- LOMMEN S T, FOGLIATTO S, VIDOTTO F, CITERIO S, AUGUSTINUS B A, MÜLLER-SCHÄRER H, 2018. Direct effects of insecticides on common ragweed-implications for natural enemy exclusion trials. *Journal of Pesticide Science*, 43(1): 36–40.
- MCCLAY A S, 1987. Observations on the biology and host specificity of *Epiblema strenuana* (Lepidoptera, Tortricidae), a potential biocontrol agent for *Parthenium hysterophorus* (Compositae). *Entomophaga*, 32(1): 23–34.
- MÜLLER-SCHÄRER H, LOMMEN S T E, ROSSINELLI M, BONINI M, BORIANI M, BOSIO G, SCHAFFNER U, 2014. *Ophraella communa*, the ragweed leaf beetle, has successfully landed in Europe: fortunate coincidence or threat? *Weed Research*, 54(2): 109–119.
- MÜLLER-SCHÄRER H, SCHAFFNER U, 2008. Classical biological control: exploiting enemy escape to manage plant invasions. *Biological Invasions*, 10(6): 859–874.
- PATRACCHINI C, VIDOTTO F, FERRERO A, 2011. Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) growth as affected by plant density and clipping. *Weed Technology*, 25(2): 268–276.
- SEASTEDT T R, 2015. Biological control of invasive plant species; a reassessment for the Anthropocene. *New Phytologist*, 205(2): 490–502.
- TANAKA K, MURATA K, 2016. Rapid evolution of photoperiodic response in a recently introduced insect *Ophraella communa* along geographic gradients. *Entomological Science*, 19(3): 207–214.
- ZHOU Z S, CHEN H S, ZHENG X W, GUO J Y, GUO W, LI M, LUO M, WAN F H, 2014. Control of the invasive weed *Ambrosia artemisiifolia* with *Ophraella communa* and *Epiblema strenuana*. *Biocontrol Science and Technology*, 24(8): 950–964.
- ZHOU Z S, GUO J Y, CHEN H S, WAN F H, 2010. Effects of temperature on survival, development, longevity, and fecundity of *Ophraella communa* (Coleoptera: Chrysomelidae), a potential biological control agent against *Ambrosia artemisiifolia* (Asterales: Asteraceae). *Environmental Entomology*, 39(3): 1021–1027.
- ZHOU Z S, WAN F H, GUO J Y, 2017. Common ragweed *Ambrosia artemisiifolia* L. // WAN F H, JIANG M X, ZHAN A B. *Biological Invasions and Its Management in China*, Vol 2. New York: Springer: 99–109.

(责任编辑: 杨郁霞)

更正声明

本刊2018年8月第27卷第3期目录中第205页第三作者“曹凤琴”应为“曹凤勤”;正文中第205页《营养对不同地理种群周氏啮小蜂生物学特性的影响》一文的第三作者“曹凤琴”应为曹凤勤”。

特此声明!

《生物安全学报》编辑部

2018年9月20日