



陈琦, 张运栋, 范志业, 刘迪, 沈海龙, 侯艳红, 陈莉, 段云, 黄建荣, 李世民. 两种光源对金龟子的诱捕效果 [J]. 环境昆虫学报, 2020, 42 (1): 193–198.

两种光源对金龟子的诱捕效果

陈琦¹, 张运栋¹, 范志业¹, 刘迪¹, 沈海龙¹, 侯艳红¹,
陈莉¹, 段云², 黄建荣², 李世民^{1*}

(1. 漯河市农业科学院, 国家农业科学植物保护鄆城观测实验站, 漯河 462300; 2. 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002)

摘要: 为了解探照灯和测报灯两种光源对金龟子的诱捕效果, 2015–2018年, 在漯河市农业科学院五里岗试验基地设置探照灯和测报灯, 对金龟子种群进行了诱捕监测。结果表明: 暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟是漯河地区上灯金龟子的优势种。探照灯监测到的暗黑鳃金龟年度首现日比测报灯早 7 ± 7.80 d, 年均诱捕数量比测报灯多出 $24\ 137.75 \pm 12\ 724.78$ 头, 占金龟子总量的百分比增加 20.8 ± 4.4 (SE); 探照灯监测到的铜绿丽金龟年度首现日比测报灯晚 5 ± 3.60 d, 年均诱捕数量比测报灯减少 $1\ 793.75 \pm 504.02$ 头, 占金龟子总量的百分比减少 12.4 ± 1.6 ; 全光谱 (380 ~ 680 nm) 的探照灯对暗黑鳃金龟的诱捕作用显著高于紫外光 (主波长 365 nm) 的测报灯, 而对铜绿丽金龟诱捕作用显著低于测报灯。这一结果暗示着可见光具有对暗黑鳃金龟相对专性的诱捕潜能。

关键词: 金龟子; 光源; 诱捕效果

中图分类号: Q968.1; S433.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2020) 01-0193-06

Trapped effects of two lights on the scarab (Coleoptera: Scarabaeidae)

CHEN Qi¹, ZHANG Yun-Dong¹, FAN Zhi-Ye¹, LIU Di¹, SHEN Hai-Long¹, HOU Yan-Hong¹, CHEN Li¹, DUAN Yun², HUANG Jian-Rong², LI Shi-Min^{1*} (1. Luohe Academy of Agricultural Sciences, National Agricultural Experimental Station for Plant Protection in Yancheng, Luohe 462300, Henan Province, China; 2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural science, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae) have strongly phototaxis in the evening and night. We trapped and monitored them with two lights, the searchlight (SL, wavelength 380 nm ~ 680 nm) and monitoring light (ML, main wavelength 365 nm) in the experimental based of Luohe Institute of Agri Sci. There were two dominant scarabs, *Holotrichia parallela* Motschulsky and *Anomala corpulenta* Motschulsky, during 2015 and 2018 in this area. The first emergence date of *H. parallela* under SL advanced 7 ± 7.80 days/year earlier than ML. The number and percentage of total individual of trapped *H. parallela* with SL $24\ 137.75 \pm 12\ 724.78$ /year and $20.8 \pm 4.4\%$ /year more than ML respectively. On the contrary, The first emergence date of *A. corpulenta* under SL delayed 5 ± 3.60 days/year later than ML. The number and percentage of total individual of trapped *A. corpulenta* with SL were $1\ 793.75 \pm 504.02$ /year and $12.4 \pm 1.6\%$ /year less than ML respectively. The results indicated that SL had a stranger trapped effect on *H. parallela* than ML, but opposite on *A. corpulenta*. The effect implied that visible light eliminated ultraviolet

基金项目: 国家小麦产业技术体系地下虫害岗位 (CARS-03-33); 河南省现代农业产业技术体系漯河综合试验站 (Z2010-01-06)

作者简介: 陈琦, 副研究员, 主要研究方向为农作物病虫害防治, E-mail: chenqi9992@sina.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 李世民, 研究员, 主要研究方向为植物保护, E-mail: zyd0008@sina.com; ldachong66@sina.com

收稿日期 Received: 2018-12-25; 接受日期 Accepted: 2019-03-12

has a special phototaxis on *H. parallela* in this family.

Key words: Scarab; light; trapped effect

金龟子（其幼虫称蛴螬）属鞘翅目金龟子科，是地下害虫中种类最多、分布最广、为害最重的一个类群（仵均祥，2002）。其食性较杂，成虫危害植物的叶片、花、嫩芽、花丝和果穗等，幼虫主要取食植物萌发的种子、嫩根、残留种皮、根茎以及块根、块茎等地下部分（河北省沧州地区农业科学研究所，1978），植物地下部受害的86%是由蛴螬为害造成的（姚学庆等，2003）。

近十年来，在我国长江流域到华北地区，暗黑鳃金龟 *Holotrichia parallela* Motschulsky 和铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* Motschulsky 发生数量在蛴螬种类中占绝对优势（苗春生等，2007；张林林等，2012；陈琦等，2014；赵荣华等，2014）。长期以来，黑光灯作为蛴螬的发生趋势预测和防治手段（马平顺，1976；伍椿年等，1987；赵敏等，2007；陆信仁等，2009；张林林等，2012）。近年来，探照灯成为昆虫种群变化规律和迁飞行为的监测手段（Feng *et al.*，2003；吴孔明等，2006；蒋春先等，2011；张智等，2013；陈琦等，2018）。尽管金龟子很少作为迁飞或远距离扩散的类群进行监测，但是作为灯光诱捕监测的一种手段，探照灯对金龟子诱捕数量对于蛴螬的发生动态与防治同样具有积极的意义。本文利用漯河市农业科学院五里岗试验基地内监测黏虫迁飞动态的探照灯，开展了与测报灯诱捕金龟子性能的比较研究。

1 材料与方法

1.1 诱捕光源

1.1.1 测报灯由河南佳多科工贸有限公司生产的D型诱虫灯，采用20 W黑光灯管作诱捕光源，主波长365 nm，灯管中心离地高度1.5 m。采用远红外线直接杀死上灯个体，虫体顺滑斗落入诱集袋内。灯上安装有直径1.5 m的雨棚，并遮住向上的光线。

1.1.2 探照灯由GT75型探照灯制作而成（上海亚明公司生产），主波长380~680 nm，其ZJD 1 000 W金属卤化物灯泡发出的光柱可对500 m高度以内的空中虫群产生明显的诱集作用（Feng *et al.*，2003）。探照灯下方放置接虫专用毒桶收集

扑灯昆虫，桶内放置浸有高含量敌敌畏的棉球。

1.2 试验方法

测报灯和探照灯均安放在漯河市农业科学院五里岗试验基地（33°36'N，113°59'E），视野开阔，其四周没有高大建筑物和树木遮挡。两种测报灯具间距约200 m。基地内作物有小麦与玉米连作田，小麦与大豆、花生、芝麻、红薯等作物连作田，麦棉套种植田等，基地外有以速生杨为主的绿化林带，周围农田主要种植小麦和玉米。本试验于2015-2018年进行，测报灯每年于4月1日开灯至10月31日关灯，探照灯每年3月1日开灯至11月30日关灯，每天早上收集诱捕到的金龟子，并进行分类、统计，记录数量。

1.3 数据统计

试验数据采用Excel 2010软件进行数据统计，并采用SPSS 20.0进行显著性统计分析。

2 结果与分析

4年间探照灯对金龟子的诱捕种类包括暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟、阔胫玛绢金龟 *Maladera verticallis* (Fairmaire)、华北大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita* (Faldermann)、毛黄鳃金龟 *Holotrichia trichophora* (Fairmaire)、灰胸突鳃金龟 *Hoplosternus incanus* Motschulsky等6种。测报灯共诱捕到7种金龟子，包括暗黑鳃金龟、铜绿丽金龟、阔胫玛绢金龟、华北大黑鳃金龟、毛黄鳃金龟、桐黑丽金龟 *Anomala antiqua* (Gyllenhal) 和蒙古丽金龟 *Anomala mongolica* Faldermann。两种灯具诱捕到的暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟数量均占到当年金龟子诱捕总量的97.55%以上，表明在本地区这两种金龟子为上灯优势种群。

连续4年的监测结果表明（图1-图2），探照灯下暗黑鳃金龟的监测峰值明显高于测报灯，铜绿丽金龟的监测峰值明显低于测报灯。2015-2018年探照灯最早诱到的暗黑鳃金龟日期分别为4月22日、5月29日、4月14日和4月1日，测报灯为5月13日、5月14日、4月22日和4月15日，探照灯下暗黑鳃金龟比测报灯早 7 ± 7.80 d；探照灯最早诱到的铜绿丽金龟日期分别为5月14日、5月24日、5月26日和5月13日，测

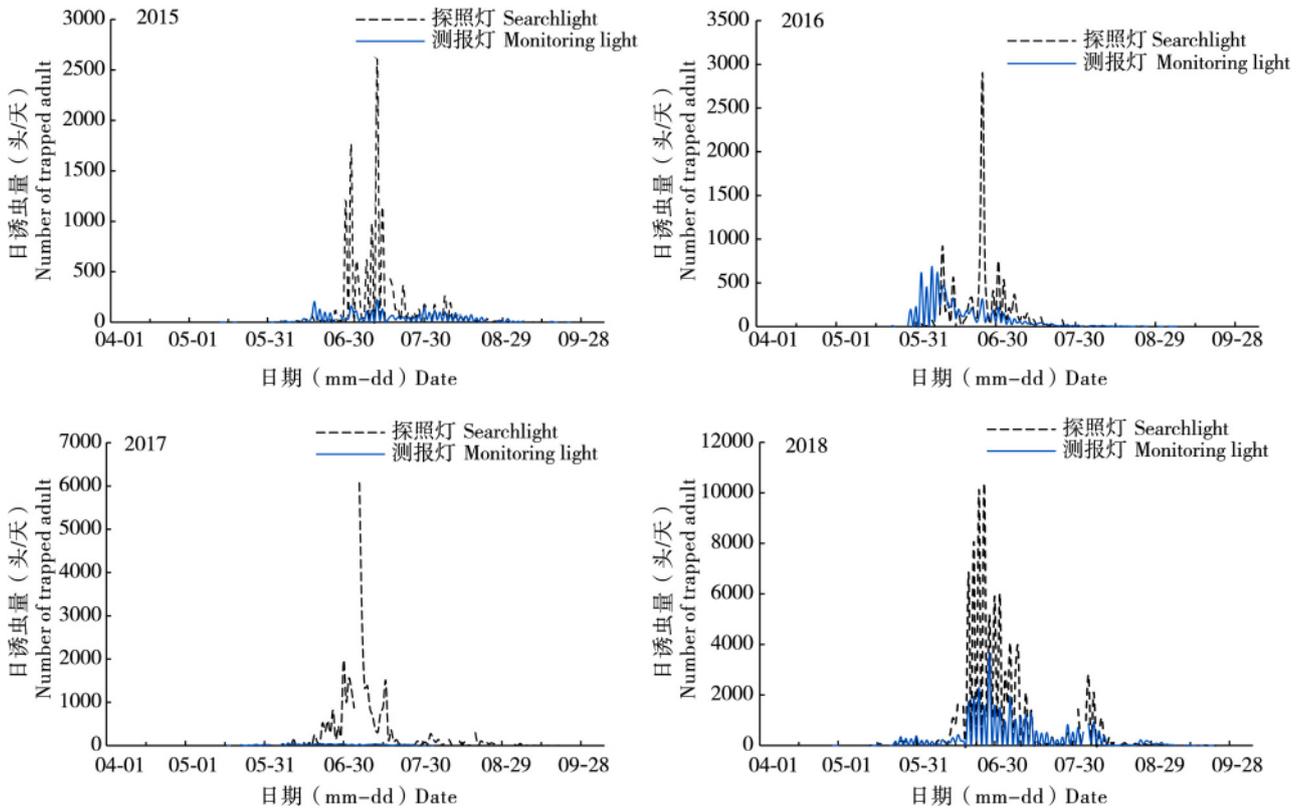


图1 2015 - 2018 年探照灯 (虚线) 和测报灯 (实线) 对暗黑鳃金龟的诱捕结果

Fig.1 Number trapped *Holotrichia parallela* adults used the searchlight (dotted line) and monitoring light (solidline) from 2015 - 2018

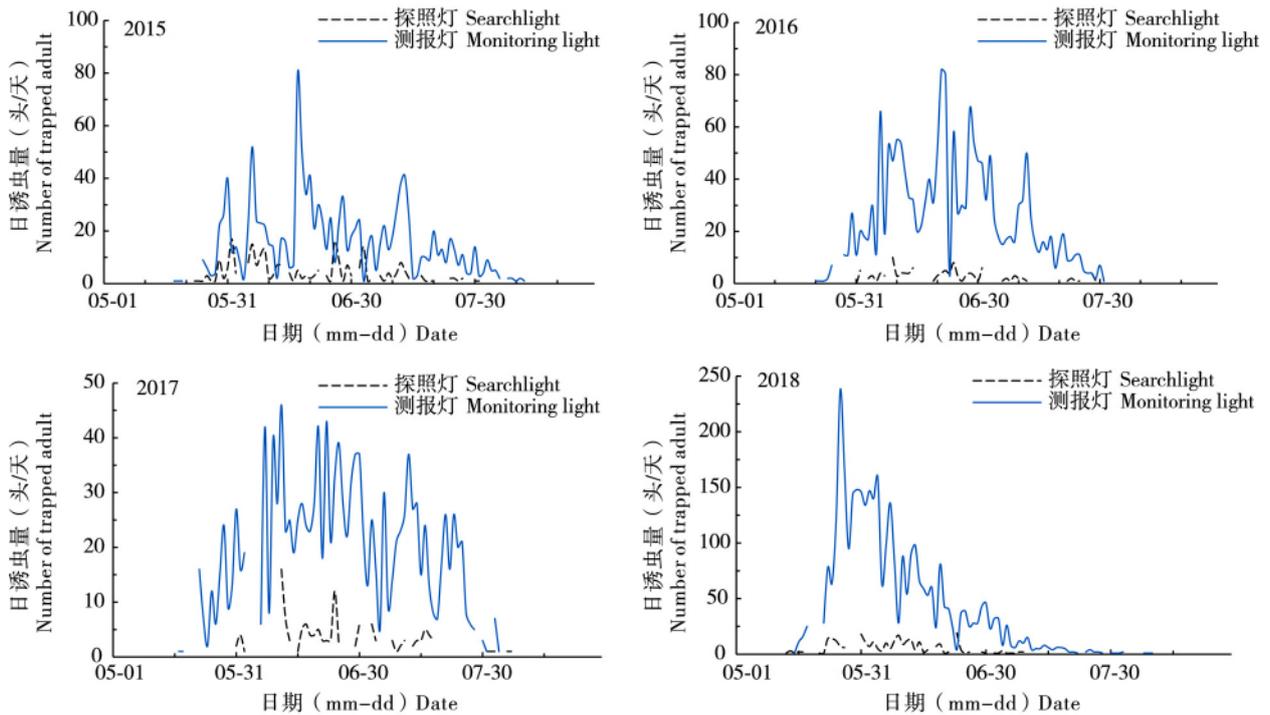


图2 2015 - 2018 年探照灯 (虚线) 和测报灯 (实线) 对铜绿丽金龟的诱捕结果

Fig.2 Number trapped *Anomala corpulenta* adults used the searchlight (solidline) and monitoring light (dotted line) from 2015 - 2018

报灯为 5 月 14 日、5 月 6 日、5 月 12 日和 5 月 15 日，探照灯下铜绿丽金龟比测报灯晚 5 ± 3.60 d (图 3)。这个结果表明，暗黑鳃金龟对探照灯趋光

性比铜绿丽金龟更强，而铜绿丽金龟对测报灯趋光性更强。

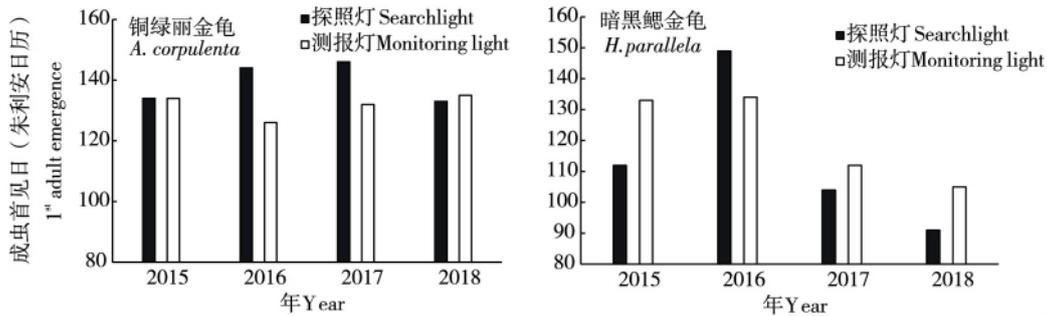


图 3 两种灯光诱捕的铜绿丽金龟和暗黑鳃金龟成虫首现日虫量

Fig. 3 First adult emergence date of *Anomala corpulenta* and *Holotrichia parallela* under different lights

4 年间探照灯对诱捕到暗黑鳃金龟年均数量 $38\ 209 \pm 14\ 071.25$ (SE) 头，占全部金龟子种类的百分比年平均为 89.9 ± 3.3 ，而测报灯为 $14\ 071.25 \pm 7\ 422.90$ 头，比例为 69.1 ± 13.4 ；探

照灯诱捕数量比测报灯多 $24\ 137.75 \pm 12\ 724.78$ 头 (配对 t 测验双侧 $P = 0.154$)，百分比增加 20.8 ± 4.4 ，达到显著水平 ($P = 0.018$) (图 4)。

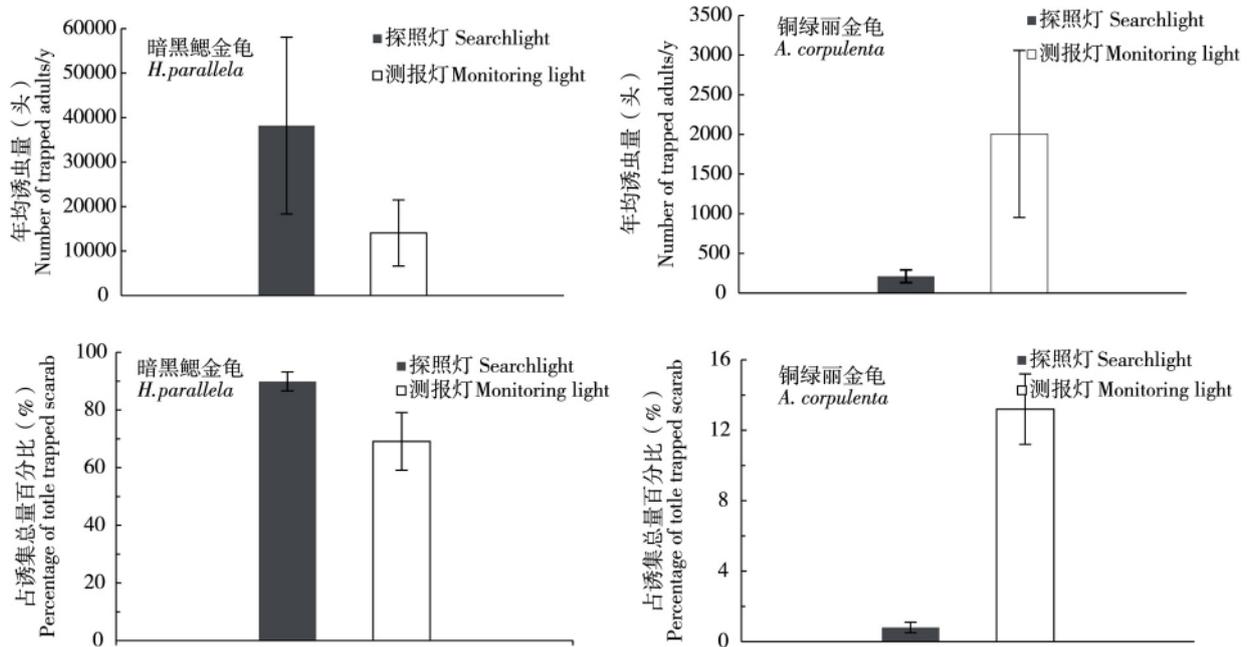


图 4 年均灯下暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟的数量以及占金龟子诱捕总量的比例

Fig. 4 Number and percentage of total trapped scarab of *Holotrichia parallela* and *Anomala corpulenta*

照灯对诱捕到铜绿丽金龟年均数量仅有 213.00 ± 39.84 头，占全部金龟子种类的年均百分比仅为 0.8 ± 0.3 ，而测报灯为 $2\ 006.75 \pm 526.41$ 头，百分比为 13.2 ± 1.9 ；探照灯诱捕数量显著比测报灯少 $1\ 793.75 \pm 504.02$ 头 (配对 t 测验双侧 $P = 0.038$)，百分比减少 12.4 ± 1.6 ($P = 0.005$)，达

到极显著水平。

上述结果表明，无论是诱捕到的数量还是占金龟子总量的比例，探照灯对暗黑鳃金龟诱捕能力显著优于测报灯，而对铜绿丽金龟显著低于测报灯，与灯下两种金龟子的首现日期的结果一致。

3 结论与讨论

从金龟子的诱捕数量和所占比例来看, 探照灯和测报灯下暗黑鳃金龟均占绝对优势 (73.57% 以上), 而铜绿丽金龟在 23.98% 以下, 为次要优势种。

本文调查结果表明, 两种灯具对暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟的诱捕能力呈现显著的差异。这种差异可能源于两种灯光光谱的不同, 探照灯的光谱为全光谱, 从紫外光的 380 nm 到红光的 680 nm, 而测报灯的光谱主要为紫外光 (主波长 365 nm)。对于铜绿丽金龟的趋光性, 过去报道其成虫尤对黑光灯最敏感; 而暗黑鳃金龟成虫趋光性很强 (河北省沧州地区农科所, 1978)。如谢明惠等 (2015) 在 2009 年-2011 年连续 3 年利用频振式杀虫灯调查安徽省花生田金龟子成虫种群动态, 其诱捕量为铜绿丽金龟 > 暗黑鳃金龟 > 华北大黑鳃金龟。张林林等 (2012) 对金龟甲进行系统诱集的结果, 陕西杨凌地区黑光灯下铜绿丽金龟很多, 为优势种类, 暗黑鳃金龟发生程度为一般。

行为反应和电生理反应的的研究表明, 铜绿丽金龟的敏感光区位于近紫外 (400 nm)、蓝光 (460 nm) 和绿光区 (498 ~ 562 nm) (蒋月丽等, 2015; Jiang *et al.*, 2015), 并能感知偏振光和进行通讯行为 (蒋月丽等, 2013; Miao *et al.*, 2015), 鞠倩等 (2010) 研究结果表明铜绿丽金龟和大黑鳃金龟趋光性敏感波谱分别位于近紫外 405 nm 和蓝光 465 nm, 而暗黑鳃金龟极少有报道。

探照灯作为全光谱 (380 ~ 680 nm) 的光源比测报灯 (紫外光) 对暗黑鳃金龟诱捕量多 20.8 个百分点, 而对铜绿丽金龟少 13.2 个百分点。2018 年, 河南省农业科学院植物保护研究所在河南禹州农田使用防蛾灯 (575 ~ 585 nm), 应用过程中发现灯下诱捕到大量的暗黑鳃金龟, 却很少有铜绿丽金龟 (另文发表)。这些结果都暗示着可见光的某一波段具有对暗黑鳃金龟相对专性诱捕的潜能。

探照灯是用于昆虫迁飞和远距离扩散的监测工具。由于缺乏像粘虫等昆虫的迁飞佐证, 仅仅依靠探照灯并不能确定两种金龟子是否存在迁飞/远距离扩散。

参考文献 (References)

- Chen Q, Fan ZY, Liu D, *et al.* Scarab species trapped by black light and population dynamics of dominant species in Luohe City, Henan Province [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2014, 43 (12): 102-105. [陈琦, 范志业, 刘迪, 等. 漯河市黑光灯下金龟子种类组成及优势种群发生动态 [J]. 河南农业科学, 2014, 43 (12): 102-105]
- Chen Q, Shen HL, Chen L, *et al.* Comparison of two light monitoring tools for the armyworm *Mythimna separate* (Walker) moth opulation [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2018, 55 (5): 843-848. [陈琦, 沈海龙, 陈莉, 等. 两种灯光诱测工具对粘虫种群的监测效果 [J]. 应用昆虫学报, 2018, 55 (5): 843-848]
- Feng HQ, Wu KM, Cheng DF, *et al.* Radar observations of the autumn migration of the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) and other moths in Northern China [J]. *Bulletin of Entomological Research*, 2003, 93 (2): 115-124.
- Cangzhou Institute of Agricultural Sciences. Grubs [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1978: 1-112. [河北省沧州地区农业科学研究所. 蛴螬 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1978: 1-112]
- Jiang CX, Qi HH, Yang XL, *et al.* Using vertical pointing searchlight trap to monitor the population dynamics of *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee [J]. *Journal of Plant Protection*, 2011, 38 (3): 193-201. [蒋春先, 齐会会, 杨秀丽, 等. 稻纵卷叶螟种群动态变化的探照灯诱虫器监测 [J]. 植物保护学报, 2011, 38 (3): 193-201]
- Jiang YL, Guo YY, Wu YQ, *et al.* Spectral sensitivity of the compound eyes of *Anomala corpulenta* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeoidea) [J]. *Journal of Integrative Agriculture*, 2015, 14 (4): 60345-60347.
- Jiang YL, Guo YY, WU YQ, *et al.* Behavioral and electroretinogram (ERG) responses of *Anomala corpulenta* (Coleoptera: Rutelidae) to circularly polarized light [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (12): 1397-1403. [蒋月丽, 郭予元, 武予清, 等. 铜绿丽金龟对圆偏振光的行为和视网膜电位反应 [J]. 昆虫学报, 2013, 56 (12): 1397-1403]
- Jiang YL, WU YQ, Li T, *et al.* Behavioural responses of *Anomala corpulenta* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeoidea) to different spectral light [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2015, 58 (10): 1146-1150. [蒋月丽, 武予清, 李彤, 等. 铜绿丽金龟对不同光谱的行为反应 [J]. 昆虫学报, 2015, 58 (10): 1146-1150]
- Ju Q, Qu MJ, Chen JF, *et al.* The influence of spectral and sexual differences on phototaxis action of several kinds of beetles. [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47 (3): 512-516. [鞠倩, 曲明静, 陈金凤, 等. 光谱和性别对几种金龟甲趋光行为的影响 [J]. 昆虫知识, 2010, 47 (3): 512-516]
- Lu XR, Qiu Y, Ma RF, *et al.* Occurrence of the scarab and its control in Chongming [J]. *Plant Protection*, 2009, 35 (6): 176-178. [陆信仁, 邱源, 马荣飞, 等. 崇明地区金龟子发生规律与防治技术 [J]. 植物保护, 2009, 35 (6): 176-178]
- Ma PS. Investigation and control on grubs [J]. *Chinese Bulletin of*

- Entomology*, 1976, 2: 54 - 61. [马平顺. 蛴螬的观察和防治对策 [J]. 昆虫知识, 1976, 2: 54 - 61]
- Miao CS, Miao XJ, Wang YJ, *et al.* Studies on the scarab species by lure into of black light lamp and their dynamics in Hebei Province [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2007, 11 (1): 41 - 45. [苗春生, 苗秀俊, 王亚军, 等. 河北省黑光灯诱集金龟子的种类及其分布和消长规律研究 [J]. 河北农业科学, 2007, 11 (1): 41 - 45]
- Miao J, Wu YQ, Li KB, *et al.* Evidence for visually mediated copulation frequency in the scarab beetle *Anomala corpulenta* [J]. *Journal Insect Behavior*, 2015, 28: 175 - 182.
- Wu CN, Fan JG, Jiang PK. Discussion on the forecasting method and application of several major grubs (scarabs) [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 1987, 2: 121 - 123. [伍椿年, 樊继贵, 蒋佩科. 几种主要蛴螬 (金龟子) 的测报办法及应用的探讨 [J]. 昆虫知识, 1987, 2: 121 - 123]
- Wu JX. *Agricultural Entomology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2002: 49 - 51. [仵均祥. 农业昆虫学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 49 - 51]
- Wu KM, Zhai BP, Feng HQ, *et al.* Radar observations on the migratory behavior of the second generation cotton bollworm moths in the north part of Northern China [J]. *Journal of Plant Protection*, 2006, 33 (2): 163 - 167. [吴孔明, 翟保平, 封洪强, 等. 华北北部地区二代棉铃虫成虫迁飞行为的雷达观测 [J]. 植物保护学报, 2006, 33 (2): 163 - 167]
- Xie MH, Qu MJ, Chen HL, *et al.* Population dynamics of three common peanut scarabs by light trapping in Anhui province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (5): 955 - 961. [谢明惠, 曲明静, 陈浩梁, 等. 安徽省花生田 3 种常见金龟子灯诱种群数量动态分析 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (5): 955 - 961]
- Yao QX, Zhang Y, Wang Y. Review on the advance and prospect of scarabs control research [J]. *Journal of Northeast Forestry University*, 2003, 31 (3): 64 - 66. [姚庆学, 张勇, 王岩. 金龟子防治研究的回顾与展望 [J]. 东北林业大学学报, 2003, 31 (3): 64 - 66]
- Zhang LL, Wu JX, Lu JJ. Scarabs species trapped by black light and population dynamics of dominant species in Yangling, Shanxi Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2012, 34 (3): 395 - 399. [张林林, 仵均祥, 陆俊娇. 陕西杨凌地区黑光灯下金龟甲种类组成及优势种群发生动态 [J]. 环境昆虫学报, 2012, 34 (3): 395 - 399]
- Zhang Z, Zhang YH, Jiang YY, *et al.* Monitoring of the population dynamics of *Proxenus lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae) in North China and analysis of the source of its populations in Northern Beijing [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2013, 56 (10): 1189 - 1202. [张智, 张云慧, 姜玉英, 等. 华北二点委夜蛾种群动态监测及北京北部地区虫源性质分析 [J]. 昆虫学报, 2013, 56 (10): 1189 - 1202]
- Zhao M, Chen JM, Chen Q, *et al.* The occurrence of scarabs in Tonglu district and field efficacy of insecticides against the pest [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2007, 19 (5): 378 - 381. [赵敏, 陈建明, 陈群, 等. 浙西北桐庐地区金龟子发生规律与田间药效试验 [J]. 浙江农业学报, 2007, 19 (5): 378 - 381]
- Zhao RH, Dong JM, Lu JJ, *et al.* Investigation on the species composition, dominant species and sex ratio of scarabs in Xinfu District of Xinzhou City [J]. *China Plant Protection*, 2014, 34 (8): 41 - 44. [赵荣华, 董晋明, 陆俊娇, 等. 忻州市忻府区金龟甲种类组成和优势种及雌雄性比调查 [J]. 中国植保导刊, 2014, 34 (8): 41 - 44]