



钟涛, 许国庆. 两种诱集方式对田间金龟甲诱集效果的比较研究 [J]. 环境昆虫学报, 2022, 44 (4): 1002 - 1009.

两种诱集方式对田间金龟甲诱集效果的比较研究

钟涛, 许国庆*

(辽宁省农业科学院植物保护研究所, 沈阳 110161)

摘要: 为了明确灯诱和引诱剂对田间金龟害虫的诱捕效果, 利用自动虫情测报灯和 2 种引诱剂诱捕器对同一块花生田发生的金龟甲的诱集效果进行了对比试验。结果表明, 两种方式对金龟甲的诱集效果差异明显。诱虫灯对东北大黑鳃金龟 *Holotrichia diomphalia* 和铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* 的日均诱虫量分别为 3.30 头和 1.27 头, 引诱剂诱捕器对两种金龟甲的日均诱虫量分别为 1.25 头和 0.34 头。自动虫情测报灯的诱虫总量和持久性较好, 均明显优于引诱剂诱捕器的诱捕效果。引诱剂诱捕器对雌性东北大黑鳃金龟的特异诱集效果优于自动虫情测报灯。尽管两种诱捕方式全年诱虫量存在较大差异, 但两者所监测得到的金龟甲发生动态趋势基本一致, 且特殊气象条件诱集数据可相互补充, 并提出大面积防治工作中应以虫情测报灯为主, 引诱剂诱捕器可作为重要辅助手段。

关键词: 诱虫灯; 金龟甲; 引诱剂; 效果评价

中图分类号: Q968.1; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2022) 04-1002-08

Report on the comparison of the field control effect by two different trapping methods on scarabs

ZHONG Tao, XU Guo-Qing* (Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract: In order to test the attractive effect against the scarabs, we applied an automatic pest forecast light trap and two kinds of attractant trap to attract the scarabs from a same peanut field in a comparative experiment. The result showed that there were rather distinct differences on the attractive effect between two methods above. The average daily trapped quantities of *Holotrichia diomphalia* and *Anomala corpulenta* by the lamp were 3.30 and 1.27 heads, 1.25 and 0.34 heads were trapped by attractant traps in one year, respectively. The automatic pest forecast light trap was better than attractant traps both in the total trapped quantity and its persistence. We also found that the attractant traps were much specific in attracting the female *H. diomphalia* than the automatic pest forecast light trap. Although the two methods had disparities in quantity in one year, the occurrence dynamics of two dominant scarabs gathered by two different methods were basically the same. The data obtained under special meteorological conditions could be as a mutual supplement for the two different methods. We proposed that light traps should be as an optimal choice in the pest prevention and control in fields of a large scale, attractant traps could be used as an important auxiliary tool.

Key words: Pest light trap; Scarabs; attractant; effect evaluation

基金项目: 国家重点研发计划 (2018YFD0201004); 辽宁省农业科学院农作物昆虫学科建设计划 (2019DD082612)

作者简介: 钟涛, 男, 1983 年生, 辽宁凤城人, 博士, 助理研究员, 主要从事经济作物害虫发生规律与绿色防控技术研究, E-mail: zhongtao_069@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence: 许国庆, 男, 博士, 研究员, 主要从事经济作物害虫绿色防控技术研究, E-mail: xgq66@126.com

收稿日期 Received: 2021-04-02; 接受日期 Accepted: 2021-07-27

东北大黑鳃金龟 *Holotrichia diomphalia* Bates 是危害辽宁沈阳地区油料作物的重要地下害虫, 对花生 *Arachis hypogaea* Linn. 产量影响较大 (钟涛等, 2016; 钟涛等, 2020)。该种金龟在土中栖息, 2 年完成 1 代, 防治十分困难。生产上对化学农药依存度高, 但防效仍不理想 (王哲等, 2019; 曲春娟等, 2019)。诱虫灯是利用昆虫固有的趋光特性, 将害虫诱集起来统一杀灭, 目前已在农林业生产中得到广泛应用, 是我国农田害虫绿色防控的重要措施之一 (桑文等, 2018)。基于灯光诱杀技术开展农田害虫发生规律监测与绿色防控在安徽、河南、辽宁、山东等产区已有很多应用研究 (谢明惠等, 2015; 陈琦等, 2020; 钟涛等, 2020; 王圣楠等, 2020)。此外, 昆虫信息素的开发利用在害虫综合治理中也有着积极的生态意义。聚集信息素是指群栖性昆虫分泌的一种高活性激素物质, 通过个体释放到空气中, 引发同伴的聚集行为, 有利于昆虫进行群体防御和共享资源。昆虫聚集信息素对诱集靶标害虫很特异, 对环境友好, 在害虫防治上潜力巨大 (龚恒亮等, 2013)。顺-9-十八烯乙酸酯是金龟甲聚集信息素的主要成分, 对大黑鳃金龟有显著的诱集效果, 且对配方中其它组份有显著增效作用 (李雪等, 2018; 李晓峰等, 2020b)。植物挥发物是大黑鳃金龟搜寻寄主的重要化学线索, 通过触角感器的识别, 帮助金龟精准定位寄主植物 (Sun *et al.*, 2014)。大黑鳃金龟雌、雄成虫均对榆树挥发物有明显趋性, 而且雌虫的趋性更强 (李娅娅等, 2018), 研究表明榆树叶挥发物中 1-己醇的含量最高, 该挥发物对大黑鳃金龟有显著引诱活性 (李雪等, 2018)。寄主植物挥发物与金龟性信息素混配通常增效作用明显 (龚东风等, 2016)。邻苯二甲酸二丁酯与顺-3-己烯基乙酸酯是金龟的榆树寄主重要挥发物组份, 且无论是以一元、独立二元、还是二者共同参与三元配方均对东北大黑鳃金龟有显著的引诱效果 (李晓峰等, 2020a; 2020b)。甘氨酸甲酯是东北大黑鳃金龟的性信息素, 对邻苯二甲酸二丁酯具有显著增效作用 (李晓峰等, 2020b)。李晓峰等 (2020b) 通过配方筛选二元配方引诱剂以邻苯二甲酸二丁酯 + 甘氨酸甲酯, 1-己醇 + 顺-9-十八烯乙酸酯效果最佳。本研究测试了这两种引诱剂的田间诱捕效果, 并与自动虫情测报灯的诱捕效果

作了比较, 旨在为东北大黑鳃金龟发生规律监测与科学防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 自动虫情测报灯

自动虫情测报灯由中山富巍盛农业科技有限公司生产, 采用 18 W 黑光灯管作为诱捕光源, 主波长 365 nm, 利用光波共振原理诱虫。灯管中心距离地面高度为 1.3 m, 灯管四周架有撞击屏, 正下方为漏斗型不锈钢一体化集虫柜, 内设 2 层分隔滤网。

1.2 引诱剂诱捕器

诱剂和诱芯均由中国农业科学院植物保护研究所提供。诱剂由植物挥发物、性信息素和聚集信息素进行二元复配, 诱剂①邻苯二甲酸二丁酯 + 甘氨酸甲酯 (11.1 μL + 300 μL)、诱剂②1-己醇 + 顺-9-十八烯乙酸酯 (33.3 μL + 11.1 μL), 分别溶解于 100 mL 石蜡油中后封装于 1 mL 缓释橡胶瓶内, 置于 -20 $^{\circ}\text{C}$ 保存 (李晓峰等, 2020b; 李晓维等, 2020)。使用时将小瓶底端塞入 1.5 mL EP 管进行固定。EP 管由 12# 铁丝 ($\Phi = 2.642$ mm) 缠绕后悬于黄色塑料盆 (盆口 $\Phi = 45$ cm, 盆底 $\Phi = 35$ cm, 盆高 15 cm) 上方约 3 cm 处, 将 3 根长度 2.3 m 的竹竿顶部交叉固定后, 底端插入土中, 形成稳定三角型支架。水盆用铁丝吊于交叉点下方, 距地面 1.2 m, 盆内盛清水, 添加少许洗衣粉。

1.3 试验方法

自动虫情测报灯和诱捕器安放于辽宁省农业科学院试验基地 (123 $^{\circ}$ 33'E, 41 $^{\circ}$ 49'N) 内同一片花生田附近, 设置自动虫情测报灯 1 台; 诱捕器共 30 台 (两种诱剂和空白对照各 10 台), 诱捕器间距 10 m, 环花生田设置。测报灯与诱捕器相距约 150 m, 灯诱与诱捕器监测同步开展。基地内种植花生和大豆 *Glycine max* (Linn.) Merr. 等油料作物。试验于 2020 年 4 月底开始, 自动虫情测报灯 4 月 30 日开启, 9 月 30 日关闭。每天 19:30 自动点亮, 次日凌晨 3:30 自动熄灭。每天上午收集诱捕到的害虫, 剔除非金龟类昆虫, 统计、记录金龟甲数量。引诱剂诱捕器中的诱芯每 10 d 更换 1 次, 及时补充水盆中水量。每天调查 1 次诱集的金龟种类和数量, 并清除甲虫标本。

形态鉴定: 东北大黑鳃金龟雄成虫第五节腹板中部后方有较深狭三角形凹坑, 雌成虫无明显三角形凹坑, 但具一横向的枣红色棱形隆起骨片; 触角 10 节, 其中雄成虫鳃片部 (由 3 节组成) 明显长于前 6 节长度之和, 雌成虫鳃片部短小。铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* 雄成虫腹面棕黄色且密生细毛, 雌成虫乳白色且末节横带棕黄色, 臀板大黑斑倒三角形, 两侧各有 1 个小椭圆形黑斑 (中国农业科学院植物保护研究所和中国植物保护学会, 2014)。

1.4 数据分析

数据采用 Microsoft Office Excel 2007 和 IBM SPSS Statistics 24.0 分析。

2 结果与分析

2.1 两种诱集方式对金龟甲的累计诱虫量

对自动虫情测报灯和引诱剂诱捕器诱集数据进行分析, 发现两种诱集方式均能诱集到东北大黑鳃金龟、铜绿丽金龟、东方绢金龟 *Serica orientalis* Motschulsky 和瓢虫等。全年诱虫量以自动虫情测报灯最多 (表 1), 其中诱捕到的金龟害虫约为引诱剂诱捕虫量的 4.7 倍, 东北大黑鳃金龟约占灯诱金龟总数的 47.6%, 铜绿丽金龟约占 18.3%, 表明东北大黑鳃金龟是灯下的优势金龟害虫。

表 1 自动虫情测报灯下昆虫标本分科目统计表
Table 1 Category of the trapped insects by an automatic pest forecast light trap

目 Order	科 Family	种 Species	数量 (头) Quantity
鞘翅目 Coleoptera	鳃金龟科 Melolonthidae	东北大黑鳃金龟 <i>Holotrichia diomphalia</i> Bates	436
		东方绢金龟 <i>Serica orientalis</i> Motschulsky	312
	丽金龟科 Rutelidae	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i> Motschulsky	168
	瓢虫科 Coccinellidae	异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i> Pallas	62
	虎甲科 Cicindelidae	云纹虎甲 <i>Cicindela elisae</i> Motschulsky	46
	步甲科 Carabidae	黑广肩步甲 <i>Calosoma maximoviczi</i> Morawitz	19
	叩甲科 Elateridae	双瘤槽缝叩甲 <i>Agrypnus bipapulatus</i> Candèze	5
	埋葬甲科 Silphidae	双斑葬甲 <i>Ptomascopus plagiatus</i> Menetries	4
	天牛科 Cerambycidae	瘦天牛 <i>Distenia gracilis</i> Blessig	3
	脉翅目 Neuroptera	草蛉科 Chrysopidae	大草蛉 <i>Chrysopa pallens</i> Rambur
鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae	亚洲玉米螟 <i>Ostrinia furnacalis</i> Guenée	30
		豆天蛾 <i>Clanis bilineata tingtaica</i> Mell	10
	夜蛾科 Noctuidae	黏虫 <i>Mythimna separata</i> Walker	8
		银纹夜蛾 <i>Argyrogramma agnata</i> Staudinger	7
		小地老虎 <i>Agrotis ypsilon</i> Rottemberg	5
		莴苣冬夜蛾 <i>Cucullia fraterna</i> Butler	5
		银锭夜蛾 <i>Macdunnoughia crassisigna</i> Warren	1
		菜蛾科 Plutellidae	小菜蛾 <i>Plutella xylostella</i> Linnaeus
	透翅蛾科 Aegeriidae	葡萄透翅蛾 <i>Paranthrene regalis</i> Butler	1
	半翅目 Hemiptera	蝽科 Pentatomidae	茶翅蝽 <i>Halyomorpha halys</i> Stål
蝉科 Cicadidae		蚱蝉 <i>Cryptotympana atrata</i> Fabricius	1

2.2 两种诱集方式对金龟甲种群动态的监测比较

诱虫灯下 5 月中旬始见东北大黑鳃金龟 (图 1), 9 月上旬为终见期, 其上灯活动盛期在 7 月中旬; 铜绿丽金龟于 6 月中旬上灯活动 (图 2), 7 月底为终见期, 高峰分别出现在 6 月下旬和 7 月中旬。引诱剂诱捕器监测到东北大黑鳃金龟的始发期较灯诱晚 10 d 左右, 这是由于早期雄成虫上灯活动, 雌成虫 5 月 24 日始上灯活动, 引诱剂才起作用。降雨发生时金龟不上灯或较少上灯, 引诱剂诱捕结果表明 6 月底-7 月上旬仍能诱集较多数量的雌金龟 (图 3), 表明降雨发生时引诱剂诱捕更有效, 而且降雨对引诱剂诱捕器的影响较小。引诱剂诱捕器监测到 7 月为东北大黑鳃金龟活动的高峰期, 可与自动虫情测报灯的诱捕结果相互印证。分析发现诱剂①和诱剂②对东北大黑鳃金龟的有效诱集时长存在明显差异 (图 3), 诱剂①有效诱集时长自 5 月下旬至 7 月底, 诱剂②有效诱集时长自 6 月底至 7 月底, 显然诱剂①要优于诱剂②, 但是诱剂②在高峰期诱集较诱剂①更灵敏, 甚至优于同期灯诱的效果。

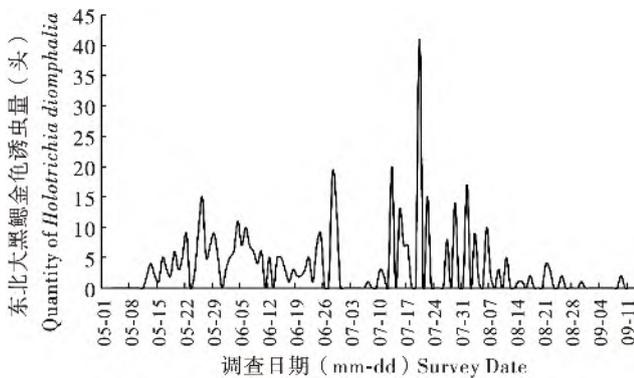


图 1 自动虫情测报灯监测花生田东北大黑鳃金龟种群消长动态
Fig. 1 Population dynamics of *Holotrichia diomphalia* in a peanut field by an automatic pest forecast light trap

引诱剂诱捕器监测表明铜绿丽金龟集中在 6 月中旬至 7 月中旬活动, 诱捕金龟均为雄虫 (图 4)。诱剂①和诱剂②相比, 二者有效诱集时长差异不大, 诱剂①有效监测时段自 6 月中旬至 7 月上旬, 诱剂②自 6 月中旬至 7 月下旬 (图 4)。自动虫情测报灯监测到铜绿丽金龟虫量为引诱剂诱捕总量 4 倍左右, 而且雌、雄成虫均能在灯下诱集, 雌雄性比约为 1:5。引诱剂与灯诱二者的诱集结果也可相互印证, 7 月上旬出现的高频率降雨对引诱剂诱捕器的效果影响很有限, 表明降雨发生期间金龟夜间也能出土活动, 但是灯下很少能诱到。

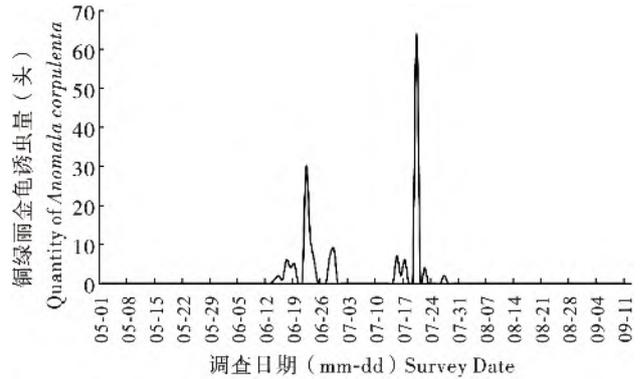


图 2 自动虫情测报灯监测花生田铜绿丽金龟种群消长动态
Fig. 2 Population dynamics of *Anomala corpulenta* in a peanut field by an automatic pest forecast light trap

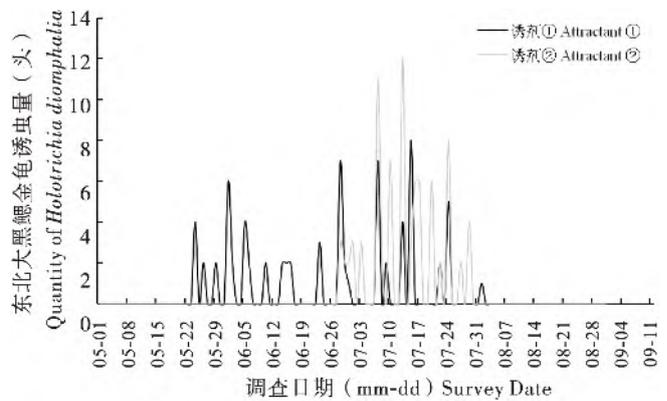


图 3 两种引诱剂监测花生田东北大黑鳃金龟种群消长动态
Fig. 3 Population dynamics of *Holotrichia diomphalia* in a peanut field by two attractants

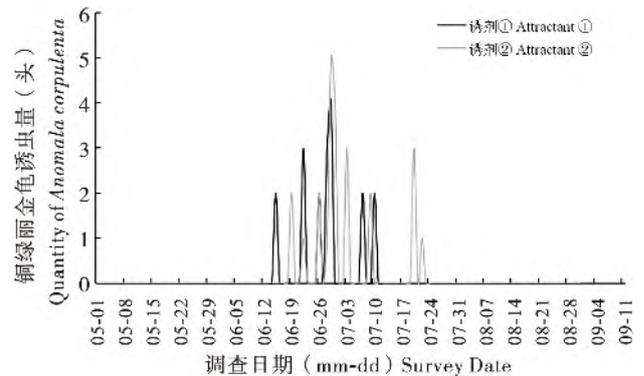


图 4 两种引诱剂监测花生田铜绿丽金龟种群消长动态
Fig. 4 Population dynamics of *Anomala corpulenta* in a peanut field by two attractants

2.3 两种诱集方式首次诱捕时间与田间气象的关系

金龟出土活动与田间气象因子关系密切, 土

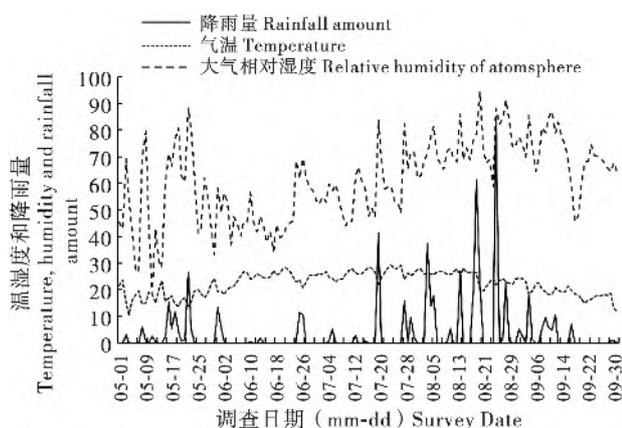


图5 田间实时气象因子动态

Fig. 5 Dynamics of real-time meteorological factors

壤温度需稳定在 20℃ 左右东北大黑鳃金龟才首次上灯活动 (谢明惠等, 2015; 钟涛等, 2020)。对比田间气象数据后发现 (图 5), 5 月 8 日白天有小雨, 9 日白天和 11 日夜间有零星小雨, 11 日当晚即诱到雄性东北大黑鳃金龟首次上灯。5 月中旬土壤 5 cm 平均温度始终在 20.0℃ 之上, 7 月下旬达到峰值 32.0℃, 至 9 月底回落至 20.0℃ (图 6)。除温度因素外, 降雨等导致的土壤湿度

变化也是影响金龟诱虫量的重要因素 (陈坤等, 2013)。降雨对土壤湿度变化有非常明显影响, 表现为不同土壤深度的湿度值随降雨量的变化而波动 (图 5 和图 6), 且与降雨量存在极显著相关关系 (表 2)。当 24 h 降雨量超过 40 mm 以后, 灯下基本诱不到东北大黑鳃金龟。本研究认为 24 h 内土壤湿度小幅波动可能为东北大黑鳃金龟出土活动提供了重要的指示信息。

相关性分析表明铜绿丽金龟的上灯虫量分别与降雨量和土壤 15 cm 温度显著相关 (表 2)。6 月 13 日首次利用诱虫灯监测到雌性铜绿丽金龟, 降雨量为 1.7 mm, 土壤 15 cm 平均温度在 26.0℃ 左右, 土壤湿度受降雨影响有细微变化。当土壤温度恒定, 降雨发生可能影响铜绿丽金龟的首次上灯活动。引诱剂首次诱捕雄性铜绿丽金龟在 6 月 15 日, 与诱虫灯首次监测到的活动时期十分接近, 所反映出的种群动态变化趋势基本一致。受夏季强台风登陆影响, 雨量增大 (降雨量在 40 mm ~ 85 mm), 诱捕金龟的数量明显减少, 金龟不上灯活动。

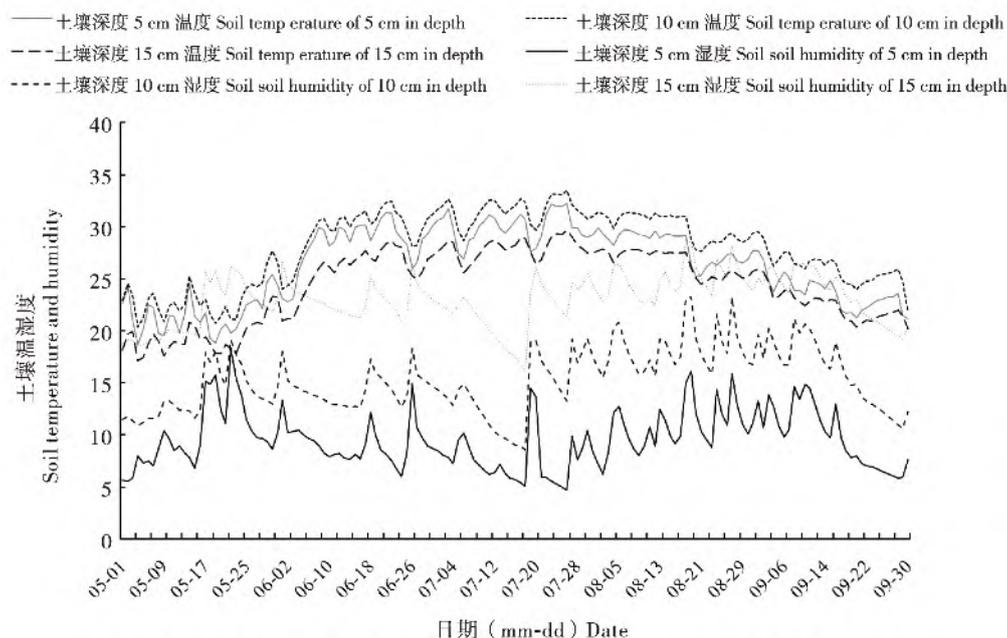


图6 田间不同土壤深度温湿度动态

Fig. 6 Dynamics of soil temperature and humidity among different depths

3 结论与讨论

自动虫情测报灯和引诱剂诱捕器均能诱捕到

东北大黑鳃金龟和铜绿丽金龟, 但两种诱集方式均以东北大黑鳃金龟的诱捕数量最多, 这与 2019 年报道的大豆田优势种为铜绿丽金龟的结果有着明显差异 (钟涛等, 2020)。有研究表明花生、

表 2 降雨、土壤温度、湿度与上灯虫量的 pearson 相关分析
Table 2 Pearson correlation analysis within daily rainfall amount, soil temperature, soil humidity and quantity of lamp-trapped scarabs

因子 Factors	东北大黑 鳃金龟虫量 Quantity of <i>Holotrichia</i> <i>diomphalia</i>	铜绿丽 金龟虫量 Quantity of <i>Anomala</i> <i>corpulenta</i>	降雨量 Rainfall amount	土壤 5 cm 温度 Soil temperature of 5 cm in depth	土壤 5 cm 湿度 Soil humidity of 5 cm in depth	土壤 10 cm 温度 Soil temperature of 10 cm in depth	土壤 10 cm 湿度 Soil humidity of 10 cm in depth	土壤 15 cm 温度 Soil temperature of 15 cm in depth	土壤 15 cm 湿度 Soil humidity of 15 cm in depth
东北大黑鳃金龟虫量 Quantity of <i>Holotrichia diomphalia</i>	1	0.612*	0.092	0.091	0.031	0.085	-0.038	0.096	0.002
铜绿丽金龟虫量 Quantity of <i>Anomala corpulenta</i>	0.612*	1	0.207*	0.144	0.066	0.152	0.036	0.169*	-0.011
降雨量 Rainfall amount	0.092	0.207*	1	0	0.459**	0.032	0.473**	0.071	0.368**
土壤 5 cm 温度 Soil temperature of 5 cm in depth	0.091	0.144	0	1	-0.297**	0.987**	0.030	0.970**	0.039
土壤 5 cm 湿度 Soil humidity of 5 cm in depth	0.031	0.066	0.459**	-0.297**	1	-0.271**	0.804**	-0.224**	0.806**
土壤 10 cm 温度 Soil temperature of 10 cm in depth	0.085	0.152	0.032	0.987**	-0.271**	1	0.081	0.992**	0.079
土壤 10 cm 湿度 Soil humidity of 10 cm in depth	-0.038	0.036	0.473**	0.030	0.804**	0.081	1	0.127	0.954**
土壤 15 cm 温度 Soil temperature of 15 cm in depth	0.096	0.169*	0.071	0.970**	-0.224**	0.992**	0.127	1	0.117
土壤 15 cm 湿度 Soil humidity of 15 cm in depth	0.002	-0.011	0.368**	0.039	0.806**	0.079	0.954**	0.117	1

注:表中数据标记**为二者在 $P=0.01$ 水平上存在极显著相关性;表中数据标记*为二者在 $P=0.05$ 水平上存在显著相关性。Note: Data followed by ** were extremely significantly positive correlation at 1% level; data followed by * were significantly positive correlation at 5% level.

大豆等油料作物种植面积的增减会对蛴螬优势种类构成产生重要影响(陈琦等,2020),而且自动虫情测报灯诱杀效果也要优于频振式诱虫灯,近年来虫情测报灯广泛应用于多种害虫防治中(张跃进等,2005;于志浩等,2018;殷茵等,2019;孙明明等,2020)。引诱剂诱捕器专性诱集东北大黑鳃金龟雌成虫和铜绿丽金龟雄成虫,而虫情测报灯下两种金龟的雌、雄成虫均可诱集,东北大黑鳃金龟雌雄性比约为2:1,铜绿丽金龟雌雄性比约为1:5.5。本研究单一使用2种二元配方诱剂,与虫情测报灯相比各有优缺点。诱剂①在东北大黑鳃金龟发生早期监测效果较好,诱剂②在雨天和虫量高峰期效果更佳,甚至较同期灯诱的效果好。分析其原因,诱剂①由寄主榆树挥发物+性信息素构成,对上一年以成虫越冬,并于当年5月中旬-6月下旬出土活动的东北大黑鳃金龟雌雄虫具有很好的诱集效果,引诱它们在特定寄主榆树上完成交尾;而诱剂②为寄主榆树挥发物+聚集信息素组成,对上一年以幼虫越冬,并于当年6月下旬-7月下旬集中羽化的东北大黑鳃金龟(鞘翅颜色浅棕色)具有聚集取食作用。引诱剂诱捕器对准确掌握田间金龟种群消长规律有着积极意义。此外,由于大多数昆虫对365 nm波长有强烈趋光性,极容易误捕到天敌昆虫,长期应用对当地生态系统可能会产生较大影响(江幸福等,2009);引诱剂诱捕器对金龟开展针对性诱杀,可实现对天敌的保护和利用。

本地区灯诱的有效诱集时长要明显长于引诱剂诱捕器的有效诱集时长。5月中旬诱虫灯监测到东北大黑鳃金龟活动,至9月上旬停止上灯;5月下旬引诱剂诱集到东北大黑鳃金龟,至8月初诱集结束。分析其原因,东北大黑鳃金龟雌成虫最早5月下旬上灯,引诱剂对其雄虫诱集效果不佳,相较之下灯诱数据可完整地反映东北大黑鳃金龟种群数量的变动。从诱集标本的种类和数量上看(表1),灯诱均优于引诱剂。引诱剂有一定挥发性,其浓度会随使用时间下降,风向转变也会造成干扰,导致诱集效果不如灯诱持久稳定。尽管如此,引诱剂的靶标对象较专一,雨天表现优异。对甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 和二化螟 *Chilo suppressalis* 的研究均报道引诱剂诱集效果优于测报灯,这与本研究结果不一致,分析原因可能是诱集靶标害虫的生活史和生活习性差异较大,即使细小的种间差异也会造成诱捕结果的巨大差异

(徐练和文礼章,2015)。此外,该研究中两种诱集方式未在相同作物田开展也可能是主要原因(殷茵等,2019;黄贤夫等,2020)。

研究表明温度、湿度和降雨对农田害虫的灯光诱捕效率会产生显著影响(陈坤等,2013)。进入5月气温升高并保持稳定,影响着东北大黑鳃金龟全年首次上灯活动,降雨则影响虫量高峰的出现。东北大黑鳃金龟在中等及以下规模降雨发生3日内会有虫量高峰出现,大到暴雨对其上灯有明显抑制作用,本研究也得出一致的结论(钟涛等,2020)。生产田可采用诱虫灯与引诱剂诱捕器相结合的防控策略,利用灯诱稳定开展金龟害虫的消长规律长期监测,提供虫情测报数据,夏季多雨天和虫量高峰增设引诱剂装置,可针对性诱杀东北大黑鳃金龟雌成虫,减少其交配机率和田间落卵量,实现对蛴螬害虫的成虫防治,对减少用药和守护农产品质量安全有着重要意义。

参考文献 (References)

- Chen K, Wen LZ, Gong BY, et al. Influence of the major weather factor on the efficiency of the light trap in farmland [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2013, 29 (4): 44-50. [陈坤, 文礼章, 龚碧涯, 等. 重要气象因子对农田灯光诱虫效率的影响 [J]. 中国农学通报, 2013, 29 (4): 44-50]
- Chen Q, Jiang YL, Fan ZY, et al. Changes of the dominant species of grubs and their relation to autumn crop planting areas in Luohe City, Henan Province, 2006-2018 [J]. *Journal of Plant Protection*, 2020, 47 (3): 471-477. [陈琦, 蒋月丽, 范志业, 等. 2006-2018年河南省漯河市蛴螬优势种变化及其与秋作物种植面积的关系 [J]. 植物保护学报, 2020, 47 (3): 471-477]
- Gong DF, Li WZ, Zhuang L, et al. Screening of floral attractants of key scarab species in North China [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2016, 50 (6): 748-752. [龚东风, 李为争, 庄丽, 等. 华北关键金龟甲种类花香引诱剂配方的筛选 [J]. 河南农业大学学报, 2016, 50 (6): 748-752]
- Gong HL, Xu HL, Sun DL, et al. Research status and application of semiochemicals in scarab [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2013, 40 (20): 81-85. [龚恒亮, 许汉亮, 孙东磊, 等. 金龟甲诱剂的研究与应用状况 [J]. 广东农业科学, 2013, 40 (20): 81-85]
- Huang XF, Chen HB, Li CQ, et al. Effects of sex-pheromone attractant and black light on the trapping of rice stem borer (*Chilo suppressalis*) and the impact factors [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2020, 22 (4): 602-610. [黄贤夫, 陈海波, 李程巧, 等. 性诱剂与黑光灯对二化螟的诱捕效果及其影响因素 [J]. 农药学报, 2020, 22 (4): 602-610]
- Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences China Society of Plant Protection. Crop Diseases and Insect Pests in China, Third Edition Vol. I, II [M]. Beijing: China Agriculture

- Press, 2014: 1693 – 1695; 1496 – 1501. [中国农业科学院植物保护研究所, 中国植物保护学会. 中国农作物病虫害, 第三版, 上、中册 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2014: 1693 – 1695; 1496 – 1501]
- Jiang XF, Luo LZ, Zhang L, et al. Comparison of Jiaduo automatic pest forecast light trap and blacklight trap for monitoring and trapping the meadow moth, *Loxostege sticticalis* [J]. *Plant Protection*, 2009, 35 (2): 109 – 113. [江幸福, 罗礼智, 张蕾, 等. 佳多虫情测报灯和普通黑光灯对草地螟种群监测与防治效果比较 [J]. 植物保护, 2009, 35 (2): 109 – 113]
- Li X, Li JY, Cao YZ, et al. Identification and bioassay of aggregation pheromone components of northern China scarab beetle *Holotrichia oblita* [J]. *Journal of Plant Protection*, 2018, 45 (2): 257 – 265. [李雪, 李建一, 曹雅忠, 等. 华北大黑鳃金龟聚集信息素的分离鉴定及其引诱效果 [J]. 植物保护学报, 2018, 45 (2): 257 – 265]
- Li XF, Cao YZ, Yin J, et al. Prescription screening and trapping effect of plant volatile attractants to northern China scarab beetle *Holotrichia oblita* [J]. *Journal of Plant Protection*, 2020a, 47 (1): 35 – 45. [李晓峰, 曹雅忠, 尹皎, 等. 华北大黑鳃金龟植物源引诱剂配方筛选及引诱效果 [J]. 植物保护学报, 2020a, 47 (1): 35 – 45]
- Li XF, Li JQ, Cao YZ, et al. Screening and evaluation of semiochemical mixtures attracting *Holotrichia oblita* (Coleoptera: Melolonthidae) [J]. *Acta Entomologica Sinica*, 2020b, 63 (4): 482 – 493. [李晓峰, 李金桥, 曹雅忠, 等. 华北大黑鳃金龟引诱剂配方筛选及引诱效果评价 [J]. 昆虫学报, 2020b, 63 (4): 482 – 493]
- Li XW, Sun RR, Zhang JM, et al. The release rates of thrips aggregation pheromones from two dispensers and the selection of storage temperature [J]. *Journal of Plant Protection*, 2020, 47 (1): 26 – 34. [李晓维, 孙冉冉, 章金明, 等. 载体中蓟马聚集信息素组分的释放速率测定及其储藏温度筛选 [J]. 植物保护学报, 2020, 47 (1): 26 – 34]
- Li YY, Chen L, Wei HY. Host preference and EAG response of 4 scarab beetles to head space volatiles of host and non – host plants [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2018, 40 (6): 1328 – 1334. [李娅娅, 陈立, 魏洪义. 4 种金龟甲的寄主偏好性及对不同植物挥发物的 EAG 反应 [J]. 环境昆虫学报, 2018, 40 (6): 1328 – 1334]
- Qu CJ, Xie MH, Xue M, et al. Improvement technology and control effect evaluation of insecticides reduction on control of main pests in peanut field of Huang – huai – hai region [J]. *Journal of Peanut Science*, 2019, 48 (4): 67 – 71. [曲春娟, 谢明惠, 薛明, 等. 黄淮海花生田主要害虫减药控害增效技术与效果评价 [J]. 花生学报, 2019, 48 (4): 67 – 71]
- Sang W, Cai FY, Wang XP, et al. Application status and prospects of insect trapping lamp in fields [J]. *China Plant Protection*, 2018, 38 (10): 26 – 30, 68. [桑文, 蔡夫业, 王小平, 等. 农用诱虫灯田间应用现状与展望 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38 (10): 26 – 30, 68]
- Sun HY, Guan L, Feng HL, et al. Functional characterization of chemosensory proteins in the scarab beetle, *Holotrichia oblita* Faldermann (Coleoptera: Scarabaeida) [J]. *PLoS ONE*, 2014, 9 (9): e107059.
- Sun MM, Lv GQ, Feng HK, et al. A preliminary study on the trapping effects of *Spodoptera frugiperda* under different forecast tools in Henan Province [J]. *China Plant Protection*, 2020, 40 (7): 51 – 54. [孙明明, 吕国强, 冯贺奎, 等. 河南省不同测报工具对草地贪夜蛾成虫诱集效果初探 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40 (7): 51 – 54]
- Wang SN, Jiao YX, Zhou LP, et al. Population dynamics of the dominant pests in a ginger field under light trap in Laiwu City, Shandong Province, 2010 – 2019 [J]. *China Plant Protection*, 2020, 40 (10): 49 – 52, 64. [王圣楠, 焦玉霞, 周丽萍, 等. 2010 – 2019 年山东莱芜姜田主要害虫灯诱监测与种群动态分析 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40 (10): 49 – 52, 64]
- Wang Z, Zhong T, Zhao TH, et al. Research progress of an important underground insect *Holotrichia diomphalia* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2019, 41 (5): 1023 – 1030. [王哲, 钟涛, 赵彤华, 等. 重要地下害虫东北大黑鳃金龟研究进展 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (5): 1023 – 1030]
- 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]
- Xu L, Wen LZ. Review on impact factors on insecticidal efficiency trap lamp and its development [J]. *China Plant Protection*, 2015, 35 (5): 19 – 22. [徐练, 文礼章. 影响杀虫灯诱虫效果的因素及其发展方向 [J]. 中国植保导刊, 2015, 35 (5): 19 – 22]
- Yin Y, Gong WL, Lu Y, et al. A comparative study on monitoring *Spodoptera exigua* with different forecast tools in Zhangjiagang City [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2019, 47 (24): 70 – 74. [殷茵, 龚卫良, 陆彦, 等. 张家港市不同测报工具对甜菜夜蛾的监测比较 [J]. 江苏农业科学, 2019, 47 (24): 70 – 74]
- Yu ZH, Song LD, Feng WT, et al. Trapping effect of different trapping methods on *Mythimna separata* [J]. *China Plant Protection*, 2018, 38 (2): 39 – 42. [于志浩, 宋梁栋, 冯文涛, 等. 不同诱捕方式对黏虫的诱捕效果 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38 (2): 39 – 42]
- Zhang YJ, Zhang GY, Tan XF, et al. A comparative study on the pest species and quantity trapped by Jiaduo pest forecast light trap and black light lamp [J]. *China Plant Protection*, 2005, 25 (3): 31 – 32. [张跃进, 张国彦, 谈孝风, 等. 佳多虫情测报灯与黑光灯诱集昆虫种类和数量的比较研究 [J]. 中国植保导刊, 2005, 25 (3): 31 – 32]
- Zhong T, Fan WY, Xu GQ, et al. The population dynamics of three scarabs trapped by light in Shenyang [J]. *China Plant Protection*, 2020, 40 (6): 39 – 42. [钟涛, 范唯艳, 许国庆, 等. 沈阳地区三种金龟灯下种群动态 [J]. 中国植保导刊, 2020, 40 (6): 39 – 42]
- Zhong T, Xu GQ, Xu L, et al. Damage and economic threshold of *Holotrichia diomphalia* larvae in seedling stage of peanut field in Shenyang [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2016, 38 (5): 640 – 643. [钟涛, 许国庆, 徐蕾, 等. 沈阳地区花生田苗期蛴螬危害损失及防治指标 [J]. 中国油料作物学报, 2016, 38 (5): 640 – 643]