

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

陈 琦¹ 蒋月丽² 范志业¹ 沈海龙¹ 刘 迪¹ 李世民^{1*}

(1. 漯河市农业科学院, 国家农业科学植物保护郾城观测实验站, 河南 漯河 462300;

2. 河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州 450002)

摘要:为绿色防控蛴螬,于2006—2018年秋作物收获后、小麦播种前,调查河南省漯河市5个区县不同茬口秋作物田内金龟子幼虫种类、虫口密度以及主要秋作物种植面积,同时在漯河市农业科学院试验基地内设置1台黑光灯,监测金龟子成虫的上灯种类和数量。结果表明,2006—2018年,铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* 幼虫平均密度由2006年的2.06头/m²下降到2018年的1.01头/m²,所占比例从2006年的94.12%下降到2018年的38.37%;暗黑鳃金龟 *Holotrichia parallela* 幼虫平均密度由2006年的0.06头/m²上升到2018年的1.59头/m²,所占比例从2006年的2.61%增加到2018年的60.46%,表明金龟子幼虫优势种由铜绿丽金龟变为暗黑鳃金龟。灯下金龟子成虫种类和数量变化与金龟子幼虫变化趋势相同。暗黑鳃金龟幼虫密度与玉米种植面积、红薯种植面积呈显著负相关,相关系数分别为-0.657和-0.690,暗黑鳃金龟幼虫密度与大豆种植面积、花生种植面积呈显著正相关,相关系数分别为0.753和0.657,表明大豆、花生种植面积增加,玉米、红薯种植面积减少,是暗黑鳃金龟成为优势种的主要原因。

关键词:蛴螬;金龟子;优势种;秋作物种植面积

Changes of the dominant species of grubs and their relation to autumn crop planting areas in Luohe City, Henan Province, 2006—2018

CHEN Qi¹ JIANG Yueli² FAN Zhiye¹ SHEN Hailong¹ LIU Di¹ LI Shimin^{1*}

(1. National Agricultural Experimental Station for Plant Protection in Yancheng, Luohe Academy of Agricultural Sciences, Luohe 462300, Henan Province, China; 2. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan Province, China)

Abstract: In order to safely control grubs, the dominant species and densities of grubs in soil and the planting areas of different autumn crops were investigated in five districts or counties of Luohe City, Henan Province between harvest of autumn crops and sowing of wheat from 2006 to 2018. The species and number of scarab adults trapped by blacklight were monitored in Luohe Agricultural Experimental Farm. The results showed that the density of *Anomala corpulenta* grubs and its percentage in total grubs decreased from 2.06 heads/m² and 94.12% in 2006 to 1.01 heads/m² and 38.37% in 2018, respectively, while those of *Holotrichia parallela* grubs increased from 0.06 heads/m² and 2.61% in 2006 to 1.59 heads/m² and 60.46% in 2018, respectively, indicating that *H. parallela* became a local dominant species. The species and numbers of scarabs trapped by blacklight exhibited the same change as those of grubs. The change of *H. parallela* grub density had a significant negative correlation with that of corn

and sweet potato planting areas and a significant positive correlation with that of bean and peanut planting area, with a correlation coefficient of -0.657 , -0.690 , 0.753 and 0.657 , respectively, suggesting that simultaneously increasing bean and peanut and reducing corn and sweet potato planting areas caused the rise of *H. parallela* grub density.

Key words: grub; scarab; dominant species; planting area of autumn crops

蛴螬是金龟子幼虫的通称,属鞘翅目金龟甲总科,在地下害虫中种类最多,分布最广,为害最重,其食性较杂,主要为害麦类、玉米、高粱、大豆、花生、蔬菜的地下部分(作均祥,2002),我国已记载的蛴螬种类有1 800种,其中为害农、林、牧草的蛴螬有110余种(张芝利,1984),不同地区蛴螬的优势种明显不同(赵荣华等,2014;李世民等,2016;陆俊姣等,2020)。

在防治过程中因为金龟子种类不同,其防治指标也会有所差异,如在花生生长期华北大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita* 卵的防治指标为3粒/ m^2 ,而暗黑鳃金龟 *H. parallela* 卵的防治指标为5粒/ m^2 (宋协松等,1989);在绿色防控措施的实施中,因种类的不同,选取的生物防治产品也不同,如苏云金芽胞杆菌 *Bacillus thuringiensis* HBF-1菌株对铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* 等5种金龟子幼虫的敏感性有显著差异(冯书亮等,2006);嗜菌异小杆线虫 *Heterorhabditis bacteriophora* 河北沧州品系处理72 h后,暗黑鳃金龟幼虫死亡率显著高于铜绿丽金龟幼虫(刘树森等,2009)。金龟子种类不同,则性信息素不同,如暗黑鳃金龟的性信息素为L-异亮氨酸甲酯和R-芳樟醇,而铜绿丽金龟的性信息素为5-四烷基二氢2(3H)呋喃酮(王超群等,2017;李雪等,2018)。气味诱捕剂(阿卜杜克热木等,2018)、性诱剂(李晓等,2012),甚至不同的光诱捕器(陈琦等,2020)诱捕的种类,因蛴螬种类不同而有着明显的不同。

气候变化、耕作制度变革等均会影响农作物有害生物发生为害规律和优势种群变化。罗宗秀等(2009)对河南省新乡市和驻马店市花生田地下害虫发生情况进行调查,调查结果表明土壤类型、免耕翻耕、田间周围的植物布局及黑光灯防治措施均会显著影响蛴螬的种群数量,但因为仅是1年调查数据,很难了解这些因素如何影响蛴螬种类变化。近10年来,种植结构不断调整,不同种类金龟子对寄主植物有着不同的偏好(李为争等,2010),因此,蛴螬种类可能也会随着种植结构的调整而发生变化,明确蛴螬优势种的变化及其与作物种植面积的关系,对于蛴螬防治措施的制定十分重要。

本研究于2006—2018年秋作物收获后、小麦播

种前,调查河南省漯河市5个区县不同茬口秋作物田内金龟子幼虫种类、虫口密度及主要秋作物种植面积,同时在漯河市农业科学院试验基地内布置1台黑光灯,监测金龟子成虫的上灯种类和数量,明确该地区金龟子幼虫、成虫的优势种群以及优势种群在13年间的变化,并分析优势种群变化与主要秋作物种植面积的相关性,以期在金龟子/蛴螬的绿色防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

仪器:JBD2型黑光灯,灯管功率20 W,主波长365 nm,灯管中心离地高度1.5 m,通过自带的光控系统控制开关灯,鹤壁佳多科工贸股份有限公司。

1.2 方法

1.2.1 漯河市5个区县蛴螬种类和数量的调查方法

漯河市($113^{\circ}27' \sim 114^{\circ}16' \text{ E}$, $33^{\circ}24' \sim 33^{\circ}59' \text{ N}$)位于河南省中部偏南,面积2 617.0 km^2 ,包括源汇区(面积201.6 km^2)、郾城区(面积413.1 km^2)、召陵区(面积405.3 km^2)、舞阳县(面积777.0 km^2)和临颍县(面积821.0 km^2),该地区属暖湿性季风气候,四季分明,常年降水量786 mm,农田大部分为旱田,以小麦-玉米、小麦-花生、小麦-大豆、小麦-红薯方式连作。玉米收获时间为每年9月中下旬,花生和红薯收获时间为每年9月下旬至10月上旬,红薯收获时间为10月下旬至11月上旬,冬小麦播种时间为10月中下旬。

于2006—2018年秋作物收获后、小麦播种前(每年9月中下旬至10月上旬),在漯河市3个区2个县18个乡镇选择代表性田块进行蛴螬虫口密度调查。前茬作物包括玉米、大豆、花生和红薯4种作物,每种作物每年选择20个左右代表性田块进行调查,每个代表性田块面积不少于0.33 hm^2 。采用Z字形五点取样法(赵荣华等,2014)对代表性田块进行调查,每点取1 m^2 样方,挖土深度为30 cm,边挖土边收集蛴螬,土块打碎,回填样土时再检查1遍(张宏套等,2019),将每个样方收集的所有蛴螬置于含有70%酒精溶液的广口瓶中,标记地理位置和作

物种类,并进行编号。将蛴螬样品带回实验室,解剖镜下鉴定分类并统计每个样方中的蛴螬种类和数量,计算虫口密度。虫口密度=蛴螬数量/调查面积。2006—2018年,每年分别调查70、55、15、105、85、69、57、100、116、240、112、111和131个点,共调查1 266个点,每年调查面积分别为70、55、15、105、85、69、57、100、116、240、112、111和131 m²,共调查1 266 m²,共挖土1 266 m²。

1.2.2 漯河市5个区县金龟子成虫的监测方法

2006—2018年每年4—10月,在位于河南省漯河市郾城区孟庙镇五里岗村的漯河市农业科学院试验基地(113°59' E, 33°36' N)内进行金龟子成虫监测。该试验基地面积28.33 hm²,内有小麦-玉米、小麦-大豆、小麦-花生、小麦-芝麻、小麦-红薯轮作田和小麦-棉花套种田等,试验基地与周围农田之间为绿化林带,周围农田主要种植小麦和玉米。在基地中部偏西方向的2条道路交叉口东南角的位置布置1台黑光灯,灯管离地高度为1.5 m,灯与作物间距5 m以上。黑光灯视野开阔,其四周没有高大建筑物和树木遮挡。灯上安装有直径1.5 m左右的雨棚,遮住向上的光线。该黑光灯自带的光控系统控制灯的开和关,远红外线直接杀死上灯个体,虫体顺着滑斗落入诱集袋内。每年4月1日开灯,10月31日关灯,每天08:00点收集诱捕到的金龟子,带回室内进行分类、统计,记录数量。

1.2.3 漯河市5个区县主要秋作物种植面积的调查方法

2006—2018年河南省漯河市5个区县的主要秋作物种植面积数据主要来自漯河市农业农村局种植业管理科。主要秋作物种植面积的核定方法为农民自报告,村级初核申报人及地块位置和面积,乡镇审核,区县汇总。

采用SPSS 20.0软件对河南省漯河市蛴螬优势种变化及与秋作物种植面积的关系进行相关分析。

1.3 数据分析

试验数据采用Excel 2010进行统计分析,应用 t 检验法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 漯河市5个区县金龟子幼虫优势种的变化

2006—2018年漯河市5个区县调查面积内共收集金龟子幼虫1 451头,其中铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟和其它种分别为462、465和40头,占已鉴定分类总数的比例分别为47.78%、48.09%和4.13%,铜绿

丽金龟和暗黑鳃金龟是土壤中金龟子幼虫的优势种。2006—2018年,铜绿丽金龟幼虫密度呈下降趋势,由2006年的2.06头/m²下降到2018年的1.01头/m²,所占比例由2006年的94.12%下降到2018年的38.37%;而暗黑鳃金龟幼虫密度呈上升的变化趋势,由2006年的0.06头/m²上升到2018年的1.59头/m²,所占比例由2006年的2.61%增加到2018年的60.46%,与铜绿丽金龟幼虫密度及所占比例的变化趋势相反;在2006、2011和2018年中,铜绿丽金龟和暗黑鳃金龟2种金龟子幼虫密度之间差异显著($P<0.05$),其余年份两者之间差异不显著(表1)。

2.2 漯河市5个区县金龟子成虫优势种的变化

2006—2018年,漯河市试验基地诱捕到的金龟子成虫种类包括铜绿丽金龟、暗黑鳃金龟、阔胫玛绢金龟 *Maladera verticallis*、灰胸突鳃金龟 *Hoplosternus incanus*、华北大黑鳃金龟、毛黄鳃金龟 *H. trichophora*、桐黑丽金龟 *Anomala antiqua*、蒙古丽金龟 *A. mongolica*、黄褐异丽金龟 *A. exoleta*、小青花金龟 *Oxycetonia jucunda*、阔胸禾犀金龟 *Pentodon mongolica* 和神农洁蛱蝶 *Catharsius molossus*,铜绿丽金龟和暗黑鳃金龟2种金龟子成虫数量之和所占比例超过92.09%,是漯河市5个区县金龟子成虫的优势种。2006—2018年,铜绿丽金龟成虫诱捕量呈下降趋势,由2006年的79 944头逐步下降到2018年的3 549头,所占比例由2006年的97.01%下降到2018年的9.11%;而暗黑鳃金龟成虫诱捕量呈增加趋势,由2006年的2 121头急剧上升到2018年的35 131头,所占比例由2006年的2.57%增加到2018年的90.15%,与铜绿丽金龟成虫诱捕量的变化趋势相反(表2);田间金龟子成虫优势种所占比例的变化趋势与田间金龟子幼虫优势种所占比例的变化趋势相同,故只对金龟子幼虫优势种所占比例变化与秋作物种植面积进行相关分析。

2.3 漯河市主要秋作物种植面积的变化

2006—2018年,漯河市5个区县秋作物主要种植玉米、大豆、花生、红薯,其平均种植面积分别为 1.014×10^5 、 1.552×10^4 、 8.170×10^3 和 7.770×10^3 hm²。每种秋作物每年种植面积均存在不同程度的变化,2006—2015年,每种秋作物种植面积变化不大,但是2016—2018年,每种秋作物种植面积发生了明显的变化,玉米种植面积开始明显减少,而大豆种植面积明显增加(图1)。

表 1 2006—2018年河南省漯河市5个区县蛴螬数量、密度和所占比例

Table 1 The numbers, densities and percentages of grubs in the field in five districts and counties of Luohe City, Henan Province from 2006 to 2018

年份 Year	调查面积 Investigated area/m ²	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i>			暗黑鳃金龟 <i>Holotrichia parallela</i>			其它 Other			合计 Total
		数量 No.	密度 Density/ (头/m ²)	所占比例 Percentage/%	数量 No.	密度 Density/ (头/m ²)	所占比例 Percentage/%	数量 No.	密度 Density/ (头/m ²)	所占比例 Percentage/%	
2006	70	144	2.06±1.22 a	94.12	4	0.06±0.05 b	2.61	5	0.07	3.27	153
2007	55	9	0.16±0.07 a	64.29	2	0.04±0.03 a	14.29	3	0.05	21.43	14
2008	15	6	0.40±0.35 a	85.71	0	0.00±0.00 a	0.00	1	0.07	14.29	7
2009	105	10	0.10±0.05 a	37.04	10	0.10±0.05 a	37.04	7	0.07	25.93	27
2010	85	37	0.44±0.13 a	62.71	19	0.22±0.14 a	32.20	3	0.04	5.08	59
2011	69	14	0.20±0.07 b	15.38	76	1.10±0.32 a	83.52	1	0.01	1.10	91
2012	57	12	0.21±0.08 a	60.00	8	0.14±0.05 a	40.00	0	0.00	0.00	20
2013	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38
2014	116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	166
2015	240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280
2016	112	70	0.63±0.34 a	61.40	38	0.34±0.12 a	33.33	6	0.05	5.26	114
2017	111	28	0.25±0.17 a	20.29	100	0.90±0.29 a	72.46	10	0.09	7.25	138
2018	131	132	1.01±0.24 b	38.37	208	1.59±0.35 a	60.46	4	0.03	1.16	344
合计 Total	1 266	462	0.57±0.19 a	47.78	465	0.57±0.17 a	48.09	40	0.48	4.13	1 451

—: 未进行分类。表中数据为平均数±标准误。同行不同字母表示经 *t* 检验法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著。—: Not classified. Data are mean±SE. Different letters in the same row indicate significant difference at $P<0.05$ level by *t* test.

表 2 2006—2018年河南省漯河市5个区县金龟子诱捕数量及优势种所占比例

Table 2 Numbers of scarabs trapped by blacklight and percentages of dominant species in five districts and counties of Luohe City, Henan Province from 2006 to 2018

年份 Year	铜绿丽金龟 <i>Anomala corpulenta</i>		暗黑鳃金龟 <i>Holotrichia parallela</i>		阔胫玛 绢金龟 <i>Maladera verticallis</i>	毛黄鳃 金龟 <i>H. trichophora</i>	华北大黑 鳃金龟 <i>H. oblita</i>	黄褐异 丽金龟 <i>A. exoleta</i>	桐黑丽 金龟 <i>A. autiqua</i>	灰胸突 鳃金龟 <i>Hoplosternus incanus</i>	蒙古丽 金龟 <i>A. golica</i>	小青花 金龟 <i>Oxyctonia jucunda</i>	阔胸禾 犀金龟 <i>Pentodon mongolica</i>	神农洁 蜣螂 <i>Catharsius molossu</i>	诱虫 总量 Total popula- tion
	数量 No.	所占 比例 Percent- age/%	数量 No.	所占 比例 Percent- age/%											
2006	79 944	97.01	2 121	2.57	291	8	24	20	2	0	0	0	0	0	82 410
2007	30 408	92.69	2 085	6.36	264	2	27	2	15	2	0	0	1	1	32 807
2008	10 951	89.05	828	6.73	455	5	39	0	19	0	1	0	0	0	12 298
2009	7 843	63.31	3 565	28.78	914	11	34	0	22	0	0	0	0	0	12 389
2010	4 532	22.21	15 188	74.43	620	13	27	0	25	0	0	0	0	0	20 405
2011	2 786	24.75	8 163	72.51	263	16	24	0	5	0	0	0	0	0	11 257
2012	52	0.19	25 945	97.01	723	6	18	0	0	0	0	0	0	0	26 744
2013	11	0.12	9 077	98.46	102	13	16	0	0	0	0	0	0	0	9 219
2014	652	27.49	1 537	64.80	166	1	14	1	0	0	0	1	0	0	2 372
2015	1 261	23.98	3 869	73.57	108	11	5	0	5	0	0	0	0	0	5 259
2016	1 800	19.66	7 267	79.37	44	13	23	0	9	0	0	0	0	0	9 156
2017	1 417	15.10	7 846	83.61	90	27	2	0	2	0	0	0	0	0	9 384
2018	3 549	9.11	35 131	90.15	168	112	5	0	2	0	1	0	0	0	38 968
合计 Total	145 206	53.25	122 622	44.97	4 208	238	258	23	106	2	2	1	1	1	272 668

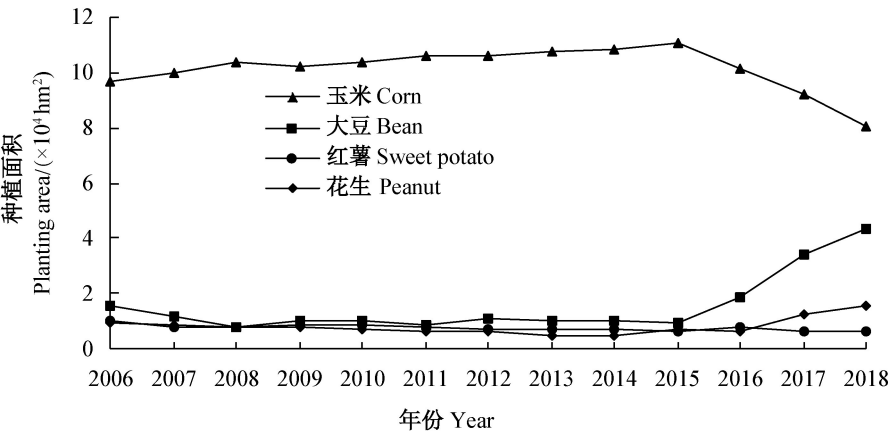


图 1 2006—2018 年河南省漯河市 5 个区县主要秋作物的种植面积

Fig. 1 Planting areas of main autumn crops in five districts and counties of Luohe City, Henan Province from 2006 to 2018

2.4 蛴螬优势种变化与作物种植面积的相关分析

暗黑鳃金龟幼虫密度与玉米种植面积、红薯种植面积呈显著负相关,相关系数分别为-0.657 和-0.690,暗黑鳃金龟幼虫密度与大豆种植面积、花生种植面积呈显著正相关,相关系数分别为 0.753 和

0.657;铜绿丽金龟幼虫密度与玉米、大豆、花生和红薯种植面积相关性不显著(表 3)。表明 2006—2018 年大豆、花生种植面积增加以及玉米种植面积的减少,是暗黑鳃金龟成为优势种的主要原因。

表 3 暗黑鳃金龟和铜绿丽金龟幼虫密度与秋作物种植面积的相关分析

Table 3 Correlations between density of <i>Holotrichia parallela</i> and <i>Anomala orpulenta</i> grubs and planting areas of autumn crops							
变量 Variable	相关性 Correlation	玉米种植 面积 Planting area of corn	大豆种植 面积 Planting area of bean	红薯种植 面积 Planting area of sweet potato	花生种植 面积 Planting area of peanut	暗黑鳃金龟 幼虫密度 Density of <i>Holotrichia parallela</i> grub	铜绿丽金龟 幼虫密度 Density of <i>Anomala orpulenta</i> grub
玉米种植面积 Planting area of corn	相关性 Correlation coefficient	1.000	-0.941**	0.470	-0.967**	-0.657*	-0.434
	显著性 Significance	0.000	0.000	0.170	0.000	0.039	0.210
	自由度 Degree of freedom	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
大豆种植面积 Planting area of bean	相关性 Correlation coefficient		1.000	-0.665*	0.908**	0.753*	0.262
	显著性 Significance		0.000	0.036	0.000	0.012	0.464
	自由度 Degree of freedom		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
红薯种植面积 Planting area of sweet potato	相关性 Correlation coefficient			1.000	-0.490	-0.690*	0.461
	显著性 Significance			0.000	0.151	0.027	0.180
	自由度 Degree of freedom				10.000	10.000	10.000
花生种植面积 Planting area of peanut	相关性 Correlation coefficient				1.000	0.657*	0.341
	显著性 Significance				0.000	0.039	0.334
	自由度 Degree of freedom					10.000	10.000
暗黑鳃金龟 幼虫密度 Density of <i>Holotrichia parallela</i> grub	相关性 Correlation coefficient					1.000	0.027
	显著性 Significance					0.000	0.941
	自由度 Degree of freedom					10.000	10.000
铜绿丽金龟 幼虫密度 Density of <i>Anomala orpulenta</i> grub	相关性 Correlation coefficient						1.000
	显著性 Significance						0.000
	自由度 Degree of freedom						10.000

*、**分别表示经 *t* 检验法检验在 $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 水平差异显著。*, ** indicate significant difference at $P < 0.05$ or $P < 0.01$ level by *t* test, respectively.

3 讨论

本研究结果表明,2006—2018年漯河市5个区县金龟子(蛴螬)的优势种由铜绿丽金龟转变为暗黑鳃金龟,与陈琦等(2014)关于2006—2013年漯河市黑光灯下暗黑鳃金龟为优势种的结果一致;而与张林林等(2012)、于永浩等(2014)报道的金龟子优势种明显不同,可能与地域、土壤质地、土壤肥力、作物种类、栽培管理习惯以及治理策略等因素有关。

金龟子(蛴螬)种类分布、虫口密度与作物茬口有着密切的关系(李素娟等,2003)。本研究结果表明,2006—2018年漯河市5个区县玉米种植面积减少,大豆种植面积增加,暗黑鳃金龟幼虫密度增加与大豆种植面积增加呈极显著正相关。近年来,随着农业种植结构的调整,漯河市大豆种植面积逐步增加,暗黑鳃金龟成虫诱捕数量和幼虫密度也随之显著增加,这与暗黑鳃金龟成虫偏爱取食花生、榆树和大豆的叶片的习性有关(李为争等,2010)。随着国务院“大豆振兴计划,多途径扩大种植面积”政策的实施,大豆种植面积的增加将为暗黑鳃金龟种群提供有利的食物来源。因此,在绿色防控和化学农药减量增效的要求下,本研究结果将为我国绿色防控金龟子提供参考依据。

不同金龟子(蛴螬)种类对玉米、大豆、花生和红薯等秋作物寄主的嗜食性存在差异,本研究只分析了13年的数据,为明确秋作物种植面积变化条件下优势种变化的机理,仍需要更多的室内研究和更长的多年多点调查监测。气候条件是影响农作物病虫害暴发、流行的重要因素,全球气候变暖必然引起有害生物发生规律的变化,如气候变化对我国作物重大害虫黏虫、小麦害虫等发生规律产生了严重影响(Chen et al., 2019; Wu et al., 2019); Parmesan et al. (2011)指出需要长期数据(20~50年)和广阔地域范围(大于10万km²)来研究人类活动引起的气候变化对农作物病虫害发生规律的影响。长期气候变化是否对金龟子种群数量和优势种有影响,又是如何影响的。针对全球气候变化、耕作栽培制度变革等新形势,农业科技工作者必须深入开展农业重大有害生物,如金龟子(蛴螬)发生规律和持续监测基础研究,以提高监控预警能力和水平。

地下害虫调查工作量大,关于蛴螬种类、虫口密度连续多年变化趋势很少有报道。同样原因,本研究在2013—2015年调查期间并未对蛴螬种类进行鉴定,这可能会对其优势种变化以及与作物面积关

系的分析产生一定的影响。另外,2006年铜绿丽金龟土壤中幼虫密度(2.06头/m²)和灯下成虫诱捕量(79 944头)均显著高于常年的原因尚待进一步研究。

参考文献 (References)

- Abdukerim R, Cao YZ, Zhang S, Yin J, Li X, Li KB. 2018. Feeding preference and taxis behavior of adult *Holotrichia obliqua* (Coleoptera: Scarabaeidae) on three plants. *Acta Entomologica Sinica*, 61(5): 585–595 (in Chinese) [热孜宛古丽·阿卜杜克热木, 曹雅忠, 张帅, 尹姣, 李雪, 李克斌. 2018. 华北黑鳃金龟成虫对三种植物的取食选择及趋性行为反应. *昆虫学报*, 61(5): 585–595]
- CHEN Q, FAN ZY, LIU D, HOU YH, ZHUO XN, LI SM. 2014. Scarab species trapped by black light and population dynamics of dominant species in Luohe City, Henan Province. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 43(12): 102–105 (in Chinese) [陈琦, 范志业, 刘迪, 侯艳红, 卓喜牛, 李世民. 2014. 漯河市黑光灯下金龟子种类组成及优势种群发生动态. *河南农业科学*, 43(12): 102–105]
- CHEN Q, ZHANG YD, FAN ZY, LIU D, SHEN HL, HOU YH, CHEN L, DUAN Y, HUANG JR, LI SM. 2020. Trapped effects of two lights on the scarab (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Environmental Entomology*, 42(1): 193–198 (in Chinese) [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. 2020. 两种光源对金龟子的诱捕效果. *环境昆虫学报*, 42(1): 193–198]
- CHEN Q, ZHANG YD, QI XH, XU YW, HOU YH, FAN ZY, SHEN HL, LIU D, SHI XK, LI SM, et al. 2019. The effects of climate warming on the migratory status of early summer populations of *Mythimna separata* (Walker) moths: a case-study of enhanced corn damage in central-northern China, 1980–2016. *Ecology and Evolution*, 9(21): 12332–12338
- FENG SL, WANG RY, WANG JY, DU LX, HUANG DF. 2006. Evaluation of control effect of *Bacillus thuringiensis* strain HBF-1 against larvae of Scarabaeidae. *Journal of Plant Protection*, 33(4): 417–422 (in Chinese) [冯书亮, 王容燕, 王金耀, 杜立新, 黄大昉. 2006. 苏云金芽孢杆菌HBF-1菌株防治金龟科幼虫的效果评价. *植物保护学报*, 33(4): 417–422]
- LI SJ, LIU AZ, WU YQ, LUO JR, YIN HE. 2003. The distribution, damage characteristics and comprehensive control of major scarabs (grubs) in Henan Province (I). *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 32(4): 16–18 (in Chinese) [李素娟, 刘爱芝, 武予清, 罗金荣, 殷花娥. 2003. 河南省主要金龟子(蛴螬)种类分布、危害特点及综合防治技术(一). *河南农业科学*, 32(4): 16–18]
- LI SM, CHEN Q, QI XH, FAN ZY, LIU D, SHEN HL, HOU YH. 2016. Population dynamics of underground pests from 2006 to 2015 in Luohe City, Henan Province. // Chen WQ. *Plant protection science and technology innovation and agricultural precise poverty alleviation: Academic Annual Conference of Botanical China Society of Plant Protection in 2016*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, pp. 434 (in Chinese) [李

- 世民, 陈琦, 齐晓红, 范志业, 刘迪, 沈海龙, 侯艳红. 2016. 漯河市地下害虫发生动态(2006—2015年). //陈万权. 植保科技创新与农业精准扶贫: 中国植物保护学会2016年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, pp. 434]
- LI WZ, YUAN YH, YUAN GH, LUO MH, GUO XR. 2010. Selection and feeding responses of *Holotrichia parallela* adults to the leaves of non-host plant *Ricinus communis* and several host plants. *Journal of Henan Agricultural University*, 44(4): 438–442, 447 (in Chinese) [李为争, 袁莹华, 原国辉, 罗梅浩, 郭线茹. 2010. 暗黑鳃金龟成虫对非寄主蓖麻和几种害术叶片的选择和取食反应. 河南农业大学学报, 44(4): 438–442, 447]
- LI X, JU Q, JIANG XJ, ZHAO ZQ, CHEN QS, QU MJ, JIANG XG, LÜ JJ, NI WL, GU JZ, et al. 2012. Controlling *Holotrichia parallela* in peanut fields by sex pheromone. *Plant Protection*, 38(3): 176–179 (in Chinese) [李晓, 鞠倩, 姜晓静, 赵志强, 陈全森, 曲明静, 蒋相国, 吕敬军, 倪皖莉, 谷建中, 等. 2012. 利用性诱剂防治花生田暗黑鳃金龟的研究. 植物保护, 38(3): 176–179]
- LI X, LI JY, CAO YZ, YIN J, LAN JQ, LI KB. 2018. Identification and bioassay of aggregation pheromone components of northern China scarab beetle *Holotrichia oblita*. *Journal of Plant Protection*, 45(2): 257–265 (in Chinese) [李雪, 李建一, 曹雅忠, 尹姣, 兰建强, 李克斌. 2018. 华北大黑鳃金龟聚集信息素的分离鉴定及其引诱效果. 植物保护学报, 45(2): 257–265]
- LIU SS, LI KB, LIU CQ, WANG QL, YIN J, CAO YZ. 2009. Identification of a strain of *Heterorhabditis* (Nematoda: Heterorhabditidae) from Hebei and its virulence to white grubs. *Acta Entomologica Sinica*, 52(9): 959–966 (in Chinese) [刘树森, 李克斌, 刘春琴, 王庆雷, 尹姣, 曹雅忠. 2009. 河北异小杆线虫一品系的分类鉴定及其对蛴螬致病力的测定. 昆虫学报, 52(9): 959–966]
- LU JJ, REN MF, LI DQ, WU YP, SUN PP, DONG JM. 2020. Underground pests by black light trapping in Linfen, Shanxi: species composition and dominant population dynamics. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 36(2): 117–121 (in Chinese) [陆俊姣, 任美凤, 李大琪, 武宇鹏, 孙佩佩, 董晋明. 2020. 山西临汾灯诱地下害虫种类组成及优势种群发生动态. 中国农学通报, 36(2): 117–121]
- LUO ZX, LI KB, CAO YZ, YIN J, ZHANG J, ZHANG JT, SHANG GQ. 2009. Investigations on soil-inhabiting pests in peanut fields in Henan. *Plant Protection*, 35(2): 104–108 (in Chinese) [罗宗秀, 李克斌, 曹雅忠, 尹姣, 张杰, 张静涛, 尚光强. 2009. 河南部分地区花生田地下害虫发生情况调查. 植物保护, 35(2): 104–108]
- PARMESAN C, DUARTE C, POLOCZANSKA E, RICHARDSON AJ, SINGER MC. 2011. Overstretching attribution. *Nature Climate Change*, 1: 2–4
- SONG XS, DAI HB, SONG WW, FAN WG, QI MW, ZHANG DC, QI SL. 1989. Studies on the damages and control thresholds of *Holotrichia oblita* Faldermann and *H. norosa* Waterhouse to peanut. *Journal of Plant Protection*, 16(2): 119–123 (in Chinese) [宋协松, 戴海波, 宋文武, 范文贵, 齐孟文, 张德昌, 亓树亮. 1989. 大黑和暗黑蛴螬危害花生的防治指标研究. 植物保护学报, 16(2): 119–123]
- WANG CQ, ZHAO Y, CAO YZ, WEI HS, LI KB, ZHANG S, PENG Y, YIN J. 2017. Expression and binding characterization of odorant binding protein 1 (AcorOBP1) in *Anomala corpulenta* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Entomologica Sinica*, 64(4): 363–371 (in Chinese) [王超群, 赵莹, 曹雅忠, 魏红爽, 李克斌, 张帅, 彭宇, 尹姣. 2017. 铜绿丽金龟气味结合蛋白AcorOBP1的表达和结合特性分析. 昆虫学报, 64(4): 363–371]
- WU JX. 2002. *Agricultural entomology*. Beijing: China Agriculture Press, pp. 49–51 (in Chinese) [作均祥. 2002. 农业昆虫学. 北京: 中国农业出版社, pp. 49–51]
- WU YQ, GONG ZJ, BEBBER DP, MIAO J, ZHAO ZH, JIANG YY, XIAO SH, ZHANG GY, YU DZ, FANG JC, et al. 2019. Phenological matching drives wheat pest range shift under climate change. *bioRxiv*, doi: <https://doi.org/10.1101/614743>
- YU YH, LONG XZ, ZENG XR, WEI DW, WANG ZY, ZENG T. 2014. Preliminary investigation of scarabs species on upland crops and population dynamics in Guangxi. *Plant Protection*, 40(6): 150–153, 163 (in Chinese) [于永浩, 龙秀珍, 曾宪儒, 韦德卫, 王助引, 曾涛. 2014. 广西旱地作物主要金龟子种类及其发生动态初步调查. 植物保护, 40(6): 150–153, 163]
- ZHANG HT, CHEN Q, JIANG YL, FAN ZY, SHEN HL, LIU D, HOU YH, CHEN L, LI LL, LI SM. 2019. Dominant species of wireworm and their relations with previous crops in Luohe Area, Henan Province. *China Plant Protection*, 39(8): 33–37 (in Chinese) [张宏套, 陈琦, 蒋月丽, 范志业, 沈海龙, 刘迪, 侯艳红, 陈莉, 李雷雷, 李世民. 2019. 河南漯河地区金针虫优势种及其与前茬作物的关系. 中国植保导刊, 39(8): 33–37]
- ZHANG LL, WU JX, LU JJ. 2012. Scarabs species trapped by black light and population dynamics of dominant species in Yangling, Shaanxi Province. *Journal of Environmental Entomology*, 34(3): 395–399 (in Chinese) [张林林, 作均祥, 陆俊姣. 2012. 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. 环境昆虫学报, 34(3): 395–399]
- ZHANG ZL. 1984. *Economic insect fauna of China: Coleoptera, Scarabaeoidea larvae*. Beijing: Science Press, pp. 18–63 (in Chinese) [张芝利. 1984. 中国经济昆虫志: 鞘翅目金龟总科幼虫. 北京: 科学出版社, pp. 18–63]
- ZHAO RH, DONG JM, LU JJ, LIU JL, YANG XR, LIU ZB. 2014. Investigation on the species composition, dominant species and sex ratio of scarabs in Xinfu District of Xinzhou City. *China Plant Protection*, 34(8): 41–44 (in Chinese) [赵荣华, 董晋明, 陆俊姣, 刘俊莲, 杨晓戎, 刘泽貝. 2014. 忻州市忻府区金龟甲种类组成和优势种及雌雄性比调查. 中国植保导刊, 34(8): 41–44]

(责任编辑: 张俊芳)