沈阳地区玉米田双斑长跗萤叶甲成虫的种群消长动态和空间分布*

陈 彦** 王 凯 钟 涛 董怀玉 刘培斌***

（辽宁省农业科学院植物保护研究所，沈阳 110161）

摘 要 **【目的】** 明确沈阳地区玉米田双斑长跗萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica* 成虫的种群消长动态，为该虫的监测、预测和防控技术研发提供依据。**【方法】** 2020-2021 年在辽宁省沈阳市沈北新区设置系统观测田，自玉米出苗至收获前（5 月中旬-9 月下旬）进行定期调查。种群动态和空间分布调查：双斑长跗萤叶甲成虫在玉米田始见后，采用五点取样法，在玉米田中调查成虫发生数量和在植株不同部位的分布；雌雄虫性比调查：定期在玉米非系统观测田边和周边杂草上采集固定数量成虫，分辨成虫性别。**【结果】** 2020 和 2021 年沈阳地区双斑长跗萤叶甲成虫在玉米田始见期（玉米为大喇叭口期）分别是 6 月 30 日和 7 月 9 日；发生高峰期（玉米快速灌浆期）分别是 7 月 30 日和 8 月 4 日，高峰期虫量分别为（741.25±47.63）和（337.5±67.69）头/百株；9 月末在玉米田消失。在玉米的不同生长阶段，成虫在玉米植株上的空间分布不尽相同：2020 年 7 月上旬，下部叶片的虫量占 47%以上，7 月中下旬至 8 月上旬，上部叶片占 40%-70%，8 月中旬，雌穗部位占 54.05%；2021 年 7 月中旬，中部叶片占 59.52%以上，7 月下旬，上部叶片占 40%-60%，8 月初，雌穗部位占 53.46%。2020 年雌雄性比动态为 1∶4.88-1∶0；2021 年为 1∶4.56-1∶0.25。**【结论】** 双斑长跗萤叶甲成虫在沈阳地区玉米田始见期为 6 月下旬至 7 月上旬，高峰期为 7 月下旬至 8 月上旬，9 月中下旬数量骤降至消失。在玉米的不同生长阶段，成虫在玉米植株上的空间分布相对稳定，抽雄前主要分布于中下部叶片，吐丝至灌浆期主要分布于雌穗上，蜡熟期少量成虫分布于中上部叶片。玉米大喇叭口期至快速灌浆期，雄虫占比较高，种群高峰期过后，雌虫占比逐渐增加直至占据绝大部分。

关键词 双斑长跗萤叶甲；种群消长动态；空间分布；玉米田；性比

Population dynamics and spatial distribution of adult double spotted leaf beetle, *Monolepta hieroglyphica* in Shenyang maize fields

CHEN Yan** WANG Kai ZHONG Tao DONG Huai-Yu LIU Pei-Bin***

(Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract **[Aim]** This study aims to gain an understanding of the population dynamics of adult *Monolepta hieroglyphica* in maize fields in the Shenyang area. The findings will establish a foundation for pest monitoring and the development of effective control strategies. **[Methods]** During 2020 and 2021, maize fields located in the Shenbei District of Shenyang City were monitored periodically from germination until the harvest stage (mid-May to late-September). Population dynamics and spatial distribution were investigated as follows: *M. hieroglyphica* were counted using a five-point sampling method to determine the number and distribution on different parts of the plants after adults being found in the maize fields, and the adult sex ratio was investigated. A fixed number of adults were collected from the weeds surrounding the maize fields, the sex of the

*资助项目 Supported projects：中国科学院战略性先导科技专项（A 类）（XDA28090100）；辽宁省科学技术计划项目（2023JH5/10400054）

**第一作者 First author，E-mail：cyckcxy@163.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：liupeibin5@126.com

收稿日期 Received：2024-01-08；接受日期 Accepted：2024-03-09

adults was determined. **[Results]** In 2020 and 2021, adult *Monolepta hieroglyphica* were first observed in the Shenyang corn (vegetative 12 stage) fields on June 30th and July 9th, respectively. Peak insect densities were recorded on July 30th and August 4th (rapid filling stage), with (741.25±47.63) and (337.5±67.69) individuals per hundred plants, respectively. By the end of September, no individuals were seen in the corn fields while a small number of adults remained in the weeds at the field edge. There was temporal variation in the spatial distribution of adults on corn plants at different growth stages of maize. at different growth stages of maize. In early July 2020, over 47% adult *M. hieroglyphica* were found on the lower leaves. In contrast, 40%-70% of adults were found in the upper leaves during late July to early August, with a spike in females accounting for 54.05% of the distribution. In mid-July 2021, 59.52% of adults were found on the middle leaves, and in late July, 40%-60% of adults were distributed in the upper leaves. A spike in females in early August accounted for 53.46% of the adult distribution. The male-to-female ratio (♀/♂) was 1∶4.88-1∶0 in 2020 and 1∶4.56-1∶0.25 in 2021. **[Conclusion]** In 2020 and 2021, adult *M. hieroglyphica* first appeared in the Shenyang corn fields in late June to early July. The population peaked in late July to early August, then sharply declined with no individuals remaining by mid to late September. The spatial distribution of adults on corn plants was relatively stable at different growth stages of maizes. The population was primarily distributed in the lower leaves before the tasseling stage, with spikes in the female population during the silking to the milk stage. As the dough stage, the adults tended to be distributed in the middle to upper leaves. Male insects dominated higher proportion vegetative 12 stage to rapid filling stage. However, after the population peaked, the proportion of females gradually increased until they were the majority.

Key words *Monolepta hieroglyphica*; population dynamics; spatial distribution; maize field; sex ratio

双斑长跗萤叶甲 *Monolepta hieroglyphica* 是一种分布范围广泛的多食性害虫（虞佩玉等，1996；陈静等，2007），为害多种作物和杂草，其寄主植物高达 218 种（高宇等，2017）。该害虫在幼虫时期，啃食玉米根部；成虫时期群集为害玉米植株，啃食叶片背面叶肉，形成条状透明为害斑；取食雄穗，咬食花丝，将裸露在外面的花丝切断，进而影响玉米的授粉和灌浆；玉米结实后取食幼嫩籽粒（王立仁等，2006）。1998 年，在新疆北疆首次发现双斑长跗萤叶甲为害棉花（李广伟等，2007）。2001 年，在山西省岐山县部分玉米田发生为害，其后，发生区域和为害面积不断扩大（王立仁等，2006；刘杰和姜玉英，2014）。近年来，双斑长跗萤叶甲在我国多地发生较为严重，局部地区对玉米造成较大危害（石洁等，2005；李志刚，2007；杨海龙等，2008；张聪等，2013a，2013b；Kuhlmann *et al.*，2015；王振营等，2015；王振营和王晓鸣，2019；Zhang *et al.*，2020；Zheng *et al.*，2020）。

2017 和 2018 年，双斑长跗萤叶甲在我国北方部分地区的春玉米田大发生，大面积啃食玉米花丝，导致果穗授粉不良，现已成为辽宁、吉林和黑龙江省的重要害虫（梁日霞等，2011；史树森等，2017；王振营和王晓鸣，2019）。张鑫等（2021）研究表明，从 2015 年开始，双斑长跗萤叶甲在东北三省的发生情况明显加重，累计发生面积和为害程度均显著提高。关于该害虫的研究主要包括生物学特性、种群消长、空间分布、分子生物学、为害损失和防控技术（梁日霞等，2011；张聪，2012；张聪等，2014；Li *et al.*，2020，2021；Zhang *et al.*，2020；陈彦等，2021；He *et al.*，2021；李菁等，2021）。笔者近年调查发现，双斑长跗萤叶甲在辽宁省部分地区发生较为严重，局部田块的玉米受害损失较大，而沈阳地区对该害虫的研究报道甚少。经 2 年的系统观测，本研究初步探明了双斑长跗萤叶甲成虫在辽宁省沈阳地区玉米田的种群消长动态，以期为该虫的防控提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　试验地点和时间

试验地点：辽宁省沈阳市沈北新区（42°03′26.9″ N，123°56′27″ E）。

试验时间：2020 和 2021 年。

试验地情况：2 年均种植辽单 575 玉米品种。

2020 年 5 月 2 日播种，5 月 13 日出苗；2021 年 5 月 3 日播种，5 月 16 日出苗。试验期间，不施用任何杀虫剂，其他农事操作正常进行。试验田块为雨养田，周边作物为玉米和大豆。

1.2 调查方法

1.2.1 田间成虫种群动态调查 在试验地选取 4 块玉米田（面积为 1 000-2 000 m^2）。自玉米出苗后开始，以田块为单元，采用五点取样法，调查双斑长跗萤叶甲成虫的田间种群动态，每点调查 20 株玉米，每隔 7 d（中雨及更强降雨天气提前或延后 1-2 d）调查 1 次，直至玉米蜡熟期田间成虫量下降至百株几头为止。在种群动态调查的同时，进行玉米植株空间分布调查，玉米抽雄前将植株分为上部、中部和下部，分别统计虫量；玉米抽雄后，将植株分为雄穗、上部叶片（除棒三叶外雌穗往上至旗叶）、雌穗、中部叶片（棒三叶）和下部叶片（除棒三叶以下的叶片）5 个部位进行统计。由于双斑长跗萤叶甲成虫受惊后易飞，调查时需避免触碰样株，如不小心触及，则更换玉米植株调查。每个田块为 1 次重复。

1.2.2 田间成虫雌雄性比调查 每次调查时，在非系统观测田田边采集 100 头双斑长跗萤叶甲成虫，在玉米田中成虫消失后，在田边杂草上采集，带回室内实验室进行性别辨别。在光线充足的环境下，观察并记录雌雄虫数量。雄虫：腹部末端钝而开裂，分为三瓣；雌虫：腹部开端尖而突出，不开裂且形状完整（李广伟，2008；聂强，2009；张聪，2012）。

1.3 数据分析

对系统观测数据进行种群动态趋势分析。用 Excel 2019 软件对系统观测数据进行量化分析。

2 结果与分析

2.1 玉米田双斑长跗萤叶甲成虫种群动态

2020 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫种群动态的调查结果如图 1。2020 年 6 月 30 日，玉米田始见双斑长跗萤叶甲成虫，此时玉米为大喇叭口期，成虫田间种群数量逐渐上升，到达最高峰值后呈下降趋势；7 月中旬，田间成虫种群数量激增，由 7 月 2 日的（7.00±1.83）头/百株增加至 7 月 16 日的（290±21.22）头/百株，有虫株率从 6.50%上升至 69.25%；7 月 30 日，成虫种群数量达到最高峰，为（741.25±47.63）头/百株，有虫株率也达到最高值 97.00%，此时玉米为快速灌浆期；8 月 7 日开始，成虫田间种群数量逐渐下降，至 8 月 26 日下降为（42.50±9.46）头/百株，有虫株率减少至 32.25%；9 月 2 日，玉米田间成虫数量锐减至（8.5±3.95）头/百株，有虫株率为 7.25%，玉米田中间取样点偶有少量成虫出现，靠近田边玉米植株上的成虫数量相对较多；9 月中下旬，玉米田已无成虫出现。

2021 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫种群动态的调查结果如图 2。7 月 9 日，田间始见成虫，此时玉米为大喇叭口期；成虫数量从 7 月下旬开始迅速增长，由 7 月 13 日的（4.25±1.83）头/

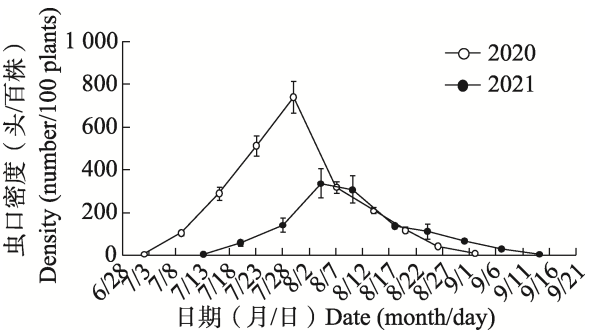


图 1 2020 和 2021 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫种群消长动态

Fig. 1 Population dynamics of adult *Monolepta hieroglyphica* in maize fields in 2020 and 2021

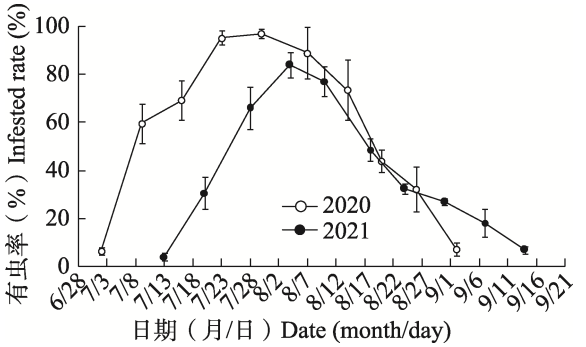


图 2 2020 和 2021 年双斑长跗萤叶甲成虫在玉米植株上的有虫株率

Fig. 2 Infested rate of adult *Monolepta hieroglyphica* on maize plants in 2020 and 2021

百株上升至 7 月 28 日的（143.25±32.48）头/百株，有虫株率从 4.00%上升至 66.00%；8 月 4 日，成虫种群数量达到最高峰，为（337.50±67.69）头/百株，有虫株率为 83.75%，玉米处于快速灌浆期；自 8 月 10 日，成虫数量开始下降，至 8 月 31 日降为（68.00±9.14）头/百株，有虫株率降至 26.75%。9 月 14 日，玉米田间成虫数量锐减至（7.50±1.04）头/百株，有虫株率为 6.75%。9 月中下旬后，玉米田已无成虫出现。

2.2　双斑长跗萤叶甲成虫在玉米植株上的空间分布动态

双斑长跗萤叶甲成虫活动性较强，能够在单株玉米及植株间爬行和飞翔。2020 年调查结果显示，7 月上旬，成虫主要为害下部叶片，占总量的 47%以上；7 月中下旬至 8 月上旬，随着成虫数量增加，主要为害部位转移至上部叶片，占总量的 40%-70%。雌穗被害比例也逐渐上升；8 月中旬，雌穗上成虫数量占比达到最高，为总量的 54.05%；8 月下旬至 9 月初，雌穗上成虫数量逐渐下降，上部叶片成虫数量再次升高；9 月上中旬，玉米田内成虫消失。在整个成虫为害期间，雄穗上成虫数量始终最低，且为害时间较短（图 3）。

2021 年调查结果表明，7 月中旬，成虫主要为害中部叶片，该部位的成虫比例达 59.52%以上；7 月中下旬，随着成虫数量增加，主要为害部位转移至上部叶片，成虫比例为 40%-60%；8 月初，雌穗部位成虫占比达到最高，为 53.46%；8 月上旬至 8 月末，雌穗部位成虫比例逐渐下降，从 45.47%下降至 30.85%；9 月上中旬，上部和中部叶片成虫比例再次升高，9 月下旬，玉米田内无成虫出现（图 4）。在整个成虫为害期间，雄穗上成虫数量始终最低，且为害时间较短。综上所述，不同时间，双斑长跗萤叶甲成虫在玉米上栖息和取食的主要分布部位相对稳定。

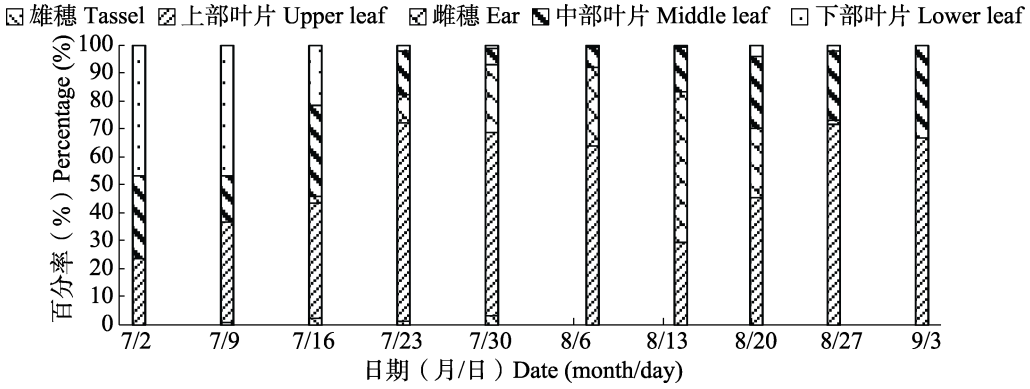


图 3　2020 年双斑长跗萤叶甲在玉米植株上的空间分布动态

Fig. 3　Spatial distributions of *Monolepta hieroglyphica* in maize plants in 2020

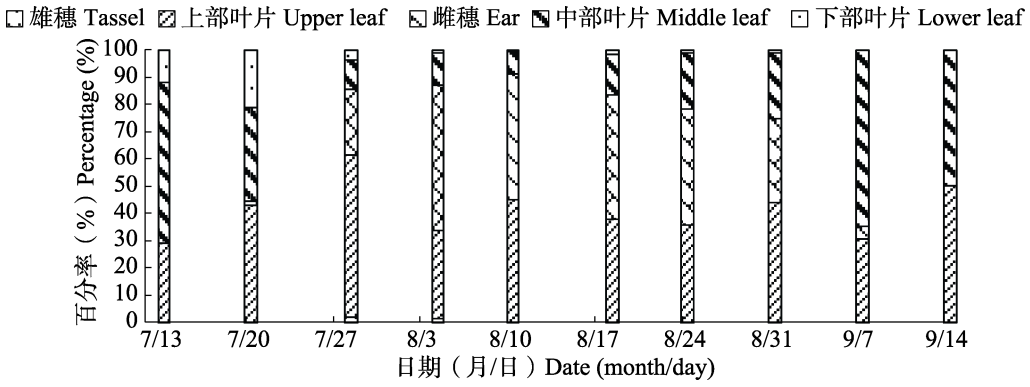


图 4　2021 年双斑长跗萤叶甲在玉米植株上的空间分布动态

Fig. 4　Spatial distributions of *Monolepta hieroglyphica* in maize plants in 2021

2.3 玉米田双斑长跗萤叶甲成虫性比

2020 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫雌雄性比调查结果见表 1。从 7 月 2 日成虫首次出现至发生高峰期 7 月 30 日，雄虫数量均高于雌虫，雌雄性比为 1∶4.88-1∶1.38；自 8 月 7 日起，雄虫数量开始降低，雌虫数量逐渐上升，雌雄比为 1∶0.32，至 9 月 2 日雌雄性比达到 1∶0.22；9 月 9 日后，玉米田成虫下降至百株数量为个位数，则以田边杂草上成虫为调查对象，其雌雄性比在 9 月 30 日达到最高比例 1∶0。调查期间累计雌雄性比为 1∶0.56。

表 1 2020 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫雌雄性比
Table 1 Sex ratios of adult *Monolepta hieroglyphica* in maize fields in 2020

日期（月/日） Date (month/day)	雌虫（头） Female (ind.)	雄虫（头） Male (ind.)	性比 Sex ratio
7/2	17	83	1∶4.88
7/9	19	81	1∶4.26
7/16	33	67	1∶2.03
7/23	48	52	1∶1.08
7/30	42	58	1∶1.38
8/7	76	24	1∶0.32
8/14	69	31	1∶0.45
8/20	68	32	1∶0.47
8/26	75	25	1∶0.33
9/2	82	18	1∶0.22
9/9*	87	13	1∶0.15
9/16*	91	9	1∶0.10
9/23*	92	8	1∶0.09
9/30*	100	0	1∶0.00
累计 Total	899	501	1∶0.56

*为玉米田边杂草上采集。表 2 同。
* indicates collects are from weeds on the edge of maize fields. The same for Table 2.

2021 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫雌雄性比调查结果见表 2。从 7 月 13 日至 8 月 10 日，雄虫数量多于雌虫，雌雄性比为 1∶4.56-1∶1.04；从 8 月 18 日开始，雌虫数量上升，雄虫数量下降，9 月 7 日雌雄性比达 1∶0.32；9 月中下旬，以田边杂草上成虫为调查对象，9 月 24 日，雌雄比为 1∶0.25。调查期间累计雌雄性比为 1∶0.75。

表 2 2021 年玉米田双斑长跗萤叶甲成虫雌雄性比
Table 2 Sex ratios of adult *Monolepta hieroglyphica* in maize fields in 2021

日期（月/日） Date (month/day)	雌虫（头） Female (ind.)	雄虫（头） Male (ind.)	性比 Sex ratio
7/13	18	82	1∶4.56
7/20	22	78	1∶3.55
7/28	40	60	1∶1.50
8/4	48	52	1∶1.08
8/10	49	51	1∶1.04
8/18	66	34	1∶0.52
8/24	71	29	1∶0.41
8/31	82	18	1∶0.22
9/7	76	24	1∶0.32
9/14	75	25	1∶0.33
9/24*	80	20	1∶0.25
累计 Total	627	473	1∶0.75

结果表明，玉米大喇叭口期至快速灌浆期，雄虫数量多，之后雌虫数量多，但在整个玉米生育期内，双斑长跗萤叶甲雌虫的数量始终高于雄虫。

3 讨论

2020-2021 连续 2 年的田间系统观测表明，辽宁省沈阳地区玉米田双斑长跗萤叶甲成虫的始见期是 6 月下旬至 7 月上旬，为玉米大喇叭口期；成虫发生高峰期是 7 月下旬至 8 月上旬，玉米为快速灌浆期；8 月中下旬为玉米乳熟期，成虫数量和有虫株率开始下降，并在 9 月中下旬（玉米蜡熟期）骤降；9 月末，玉米进入完熟期，成虫在玉米田消失，田边杂草上尚有少量成虫。该结果与前人（杨海龙等，2008；李广伟和陈秀琳，2010；张聪等，2014；邵天玉等，2014；赵秀梅等，2021）在辽宁其他地区、新疆、山西和黑龙江等地的研究结果存在一定差异，主要原因

应该是双斑长跗萤叶甲的种群动态在不同地域、年份和气候条件下有所不同。双斑长跗萤叶甲的发生受温度、湿度和光照等气候因素影响较大，春季温暖湿润、夏季干旱少雨，有利于双斑长跗萤叶甲的发生(王立仁等,2006;袁海滨等,2015;王振华等，2018)。本研究中，试验地 2020 年 5-6 月的平均气温为 20.0 ℃，累计降水量为 230.4 mm，而 2021 年同期平均气温为 18.0 ℃，累计降水量仅为 74.5 mm （ www.tianqi24.com)。5-6 月的低温少雨天气,应该是导致 2021 年沈阳地区双斑长跗萤叶甲成虫的始见期较 2020 年晚 10 d，高峰期延后 5 d，且高峰期的成虫数量少于 2020 年，仅为 2020 年发生数量的 50%左右，2021 年成虫出现较晚且种群数量较少的原因。

2020-2021 年，在玉米的不同生育期双斑长跗萤叶甲成虫在玉米植株上的空间分布相对稳定，并随玉米的生长发育而变化，2 年的试验结果基本一致。成虫始见期，主要在玉米下部叶片取食；随着玉米生长和成虫数量的增多，转移至上部叶片为害；在玉米吐丝后，主要聚集于雌穗上取食玉米花丝；玉米灌浆后，取食玉米幼嫩籽粒，一直持续至 8 月中下旬；9 月上旬，玉米进入蜡熟期，田间成虫数量锐减，由于下部叶片老化，花丝枯萎，主要分布于中部和上部叶片。张聪等（2014）在山西省 2 个地区均发现，双斑长跗萤叶甲在玉米上的空间分布格局是自下而上的，之后转移至玉米花丝，在雌穗上成虫数量达到高峰。王振华等（2018）研究表明，在玉米田成虫于 7 月末至 8 月初集中在花丝和雌穗上取食，8 月末转移至上部叶片。在谷子田，成虫盛发期主要在谷穗上取食和栖息，8 月末以后成虫数量急剧下降，并转移至谷子叶片上取食。刘鑫等（2016）调查发现，谷田中双斑长跗萤叶甲同样由叶片转移至开花的谷穗上取食，谷穗成熟后再回到叶片上。由此可见，双斑长跗萤叶甲成虫具有趋嫩性和群集性，其空间分布格局随着作物的生长发育而改变（陈光辉等，2016）。本研究虽未对其空间分布格局作进一步探索，但在玉米雌穗吐丝至灌浆期，成虫主要集中分布于雌穗上，为局部物理或化学防控技术的研发提供了重要参考。

双斑长跗萤叶甲成虫的性比动态调查结果表明，在玉米田自始见期开始至发生高峰期前，雄虫数量均高于雌虫；高峰期后，雌虫比例逐渐上升，直至达到最高比例。在玉米大喇叭口期至快速灌浆期，双斑长跗萤叶甲成虫以雄虫为主，之后以雌虫为主。这为开发性信息素诱杀雄虫的防控技术提供了依据，同时，后期针对雌虫的防治可有效减少产卵量，从而降低来年虫口基数。在整个玉米生育期内，雌虫的累计数量明显多于雄虫，其生物学意义有待进一步探索。

参考文献 (References)

Chen GH, Yin W, Li Q, Hu HY, 2016. Research progress on *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky). *China Plant Protection*, 36(10): 19–26. [陈光辉, 尹弯, 李勤, 胡红英, 2016. 双斑长跗萤叶甲研究进展. 中国植保导刊, 36(10): 19–26.]

Chen J, Zhang JP, Zhang JH, Yu FH, Li GW, 2007. Food preference of *Monolepta hieroglyphica*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 44(3): 357–360. [陈静, 张建萍, 张建华, 喻峰华, 李广伟, 2007. 双斑长跗萤叶甲的嗜食性. 昆虫知识, 44(3): 357–360.]

Chen Y, Liu PB, Du Y, Wang K, Ma YL, Dong HY, 2021. Screening of the insecticides against *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) of maize. *Agrochemicals*, 60(2): 143–146. [陈彦, 刘培斌, 杜颖, 王凯, 马云龙, 董怀玉, 2021. 防治玉米田双斑长跗萤叶甲杀虫剂室内筛选及田间防效试验. 农药, 60(2): 143–146.]

Gao Y, Xu W, Shi SS, Cui J, Xu B, 2017. Catalogue of host plants of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky). *Hubei Agricultural Sciences*, 56(5): 865–869. [高宇, 徐伟, 史树森, 崔娟, 徐博, 2017. 双斑长跗萤叶甲寄主植物名录. 湖北农业科学, 56(5): 865–869.]

He Q, Song XM, Ma HW, Yin YB, 2021. The complete mitochondrial genome of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Mitochondrial DNA Part B*, 6(7): 2019–2021.

Kuhlmann U, Sappington TW, Wang ZY, 2015. Special issue highlighting research presented at the 25th IWGO conference, Chicago 2014. *Journal of Applied Entomology*, 139(6): 401–402.

Li GW, 2008. Studies on biological and ecological characteristics and integrated control of *Monolepts hieroglyphica* Motschulsky. Master dissertation. Shihezi: Shihezi University. [李广伟, 2008. 双斑长跗萤叶甲的生物学、生态学及综合防治的研究. 硕士学位论文. 石河子: 石河子大学.]

Li GW, Chen XL, 2010. Studies on biological characteristics and

population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* in cotton in Xinjiang. *China Plant Protection*, 30(6): 8–10. [李广伟, 陈秀琳, 2010. 新疆棉区双斑长跗萤叶甲生活习性及消长动态调查研究. 中国植保导刊, 30(6): 8–10.]

Li GW, Zhang JP, Chen J, Xu ZC, Chen J, 2007. Toxicities and field efficacy on several pesticides against *Monolepta hieroglyphica*. *Agrochemicals*, 46(7): 486–488. [李广伟, 张建萍, 陈静, 徐志超, 陈军, 2007. 几种杀虫剂对双斑萤叶甲的毒力测定及田间药效试验. 农药, 46(7): 486–488.]

Li J, Zhang XF, Xu LL, Shen YY, Li XX, Wang ZY, 2021. Genetic structure and *Wolbachia* infection in geographical populations of *Monolepta hieroglyphica* (Coleoptera: Chrysomelidae) in South China. *Acta Entomologica Sinica*, 64(6): 730–742. [李菁, 张小飞, 徐玲玲, 申圆圆, 李肖肖, 王振营, 2021. 中国南方双斑长跗萤叶甲地理种群遗传结构及 *Wolbachia* 感染. 昆虫学报, 64(6): 730–742.]

Li JH, Shi YX, Song L, Zhang Y, Zhang HF, 2020. The complete mitochondrial genome of an important agricultural pest *Monolepta hieroglyphica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae). *Mitochondrial DNA Part B*, 5(2): 1820–1821.

Li W, Shen S, Chen HY, 2021. Mitochondrial genome of *Monolepta hieroglyphica* (Coleoptera: Chrysomeloidea: Chrysomelidae) and phylogenetic analysis. *Mitochondrial DNA Part B*, 6(4): 1541–1543.

Li ZG, 2007. Investigation and analysis on the damage to the silks by *Monolepta hieroglyphica* and fructification rate of spring maize. *Beijing Agriculture*, 2007(33): 21–23. [李志刚, 2007. 双斑萤叶甲危害春玉米花丝对结实率影响的调查分析. 北京农业, 2007(33): 21–23.]

Liang RX, Wang ZY, He KL, Cong B, Li J, 2011. Genetic diversity of geographic populations of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) (Coleoptera: Chrysomelidae) from North China estimated by mitochondrial COⅡ gene sequences. *Acta Entomologica Sinica*, 54(7): 828–837. [梁日霞, 王振营, 何康来, 丛斌, 李菁, 2011. 基于线粒体 COⅡ基因序列的双斑长跗萤叶甲中国北方地理种群的遗传多样性研究. 昆虫学报, 54(7): 828–837.]

Liu J, Jiang YY, 2014. Characteristic of corn diseases and pest in 2012 and cause analysis. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 30(7): 270–279. [刘杰, 姜玉英, 2014. 2012 年玉米病虫害发生概况特点和原因分析. 中国农学通报, 30(7): 270–279.]

Liu X, Tian G, Wang FY, Li HX, Li ZH, Wang XY, Wang ZH, Wang GL, Wang YW, 2016. Population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in millet field. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 32(21): 177–180. [刘鑫, 田岗, 王枫叶, 李会霞, 李志华, 王晓宇, 王振华, 王国梁, 王玉文, 2016. 谷田中双斑长跗萤叶甲种群动态初步研究. 中国农学通报, 32(21): 177–180.]

Nie Q, 2009. Study on biological characteristics and control strategy of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky). Master dissertation. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University. [聂强, 2009. 双斑萤叶甲生物学特性和防治策略的研究. 硕士学位论文. 大庆: 黑龙江八一农垦大学.]

Shao TY, Liu XL, Liu CL, Wang S, Yang F, Xia JX, Wang KQ, 2014. Study on occurrences dynamic of *Monolepta hieroglyphica* Motschulsky in Heilongjiang Province. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2014(5): 65–66. [邵天玉, 刘兴龙, 刘春来, 王爽, 杨帆, 夏吉星, 王克勤, 2014. 黑龙江省双斑长跗萤叶甲成虫田间发生动态研究. 黑龙江农业科学, 2014(5): 65–66.]

Shi J, Wang ZY, He KL, 2005. Occurrence trend and the reason analysis of diseases and insect pests on summer corn in Huang-Huai-Hai Region. *Plant Protection*, 31(5): 63–65. [石洁, 王振营, 何康来, 2005. 黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势与原因分析. 植物保护, 31(5): 63–65.]

Shi SS, Wang XQ, Tian J, Gao Y, Cui J, Zhu SY, 2017. Occurrence regularity and economic threshold of *Monolepta hieroglyphica* adults in soybean fields. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 39(2): 239–244. [史树森, 王小奇, 田径, 高宇, 崔娟, 朱诗禹, 2017. 大豆田双斑萤叶甲成虫发生动态及其经济阈值. 中国油料作物学报, 39(2): 239–244.]

Wang LR, Liu BX, Fu H, 2006. Occurrence and management on *Monoleptera hieroglyphica* in maize. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 52(2): 123, 131. [王立仁, 刘斌侠, 付泓, 2006. 玉米田双斑长跗萤叶甲的发生为害情况与防治对策. 陕西农业科学, 52(2): 123, 131.]

Wang ZH, Wang HF, Liu X, Wang YW, Zhang HQ, 2018. Population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in agro-ecosystem of adjacent crop fields. *Plant Protection*, 44(1): 161–165, 178. [王振华, 王宏富, 刘鑫, 王彦雯, 张蕙祺, 2018. 双斑长跗萤叶甲在相邻农田生态系统中种群消长规律. 植物保护, 44(1): 161–165, 178.]

Wang ZY, He KL, Xu YL, 2015. Crop Diseases and Insect Pests in China, Third Edition Vol.I// Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, China Society of Plant Protection. Beijing: China Agriculture Press. 698–702. [王振营, 何康来, 徐艳玲, 2015. 中国农作物病虫害（第三版）[上册]. 双斑长跗萤叶甲. 中国农业科学院植物保护研究所. 北京: 中国农业出版社. 698–702.]

Wang ZY, Wang XM, 2019. Current status and management strategies for corn pests and diseases in China. *Plant Protection*, 45(1): 1–11. [王振营, 王晓鸣, 2019. 我国玉米病虫害发生现

状、趋势与防控对策. 植物保护, 45(1): 1–11.]

Yang HL, Xue T, Li DH, Fu J, Fu JF, 2008. The damage and control of corn pests *Monolepts hieroglyphica* in Liaoning. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 37(11): 96–98. [杨海龙, 薛腾, 李德会, 付俊, 傅俊范, 2008. 辽宁玉米害虫双斑长跗萤叶甲的发生危害与防治. 河南农业科学, 37(11): 96–98.]

Yu PY, Wang SY, Yang XK, 1996. Economic Insect Fauna of China. 54 Volume. Coleoptera, Chrysomeloidea (Ⅱ). Beijing: Science Press. 169. [虞佩玉, 王书永, 杨星科, 1996. 中国经济昆虫志, 第五十四册, 鞘翅目, 叶甲总科(二). 北京: 科学出版社. 169.]

Yuan HB, Qi XL, Sun CD, Huang X, Zhao Y, 2015. Effect of temperature on population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) field. *Journal of Jilin Agricultural University*, 37(6): 654–657. [袁海滨, 齐兴林, 孙长东, 黄星, 赵悦, 2015. 温度对水稻田双斑长跗萤叶甲种群发生动态的影响. 吉林农业大学学报, 37(6): 654–657.]

Zhang C, 2012. Study on the occurrence and biological characteristics of *Monolepta hieroglyphica* in corn field. Master dissertation. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences. [张聪, 2012. 玉米田双斑长跗萤叶甲发生规律及生物学特性研究. 硕士学位论文. 北京: 中国农业科学院.]

Zhang C, Guo JF, Wang ZY, He KL, Bai SX, 2013a. Sampling methods for estimating the population size of *Monolepta hieroglyphica* adults in corn fields. *Plant Protectio*n, 39(1): 71–76. [张聪, 郭井菲, 王振营, 何康来, 白树雄, 2013a. 双斑长跗萤叶甲玉米田间成虫数量估计的抽样方法研究. 植物保护, 39(1): 71–76.]

Zhang C, Ge X, Zhao L, Wang ZY, He KL, Bai SX, 2013b. The spatial distribution pattern of overwintering egg of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in corn field. *Acta Ecologica Sinica*, 33(11): 3452–3459. [张聪, 葛星, 赵磊, 王振营, 何康来, 白树雄, 2013b. 双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型. 生态学报, 33(11): 3452–3459.]

Zhang C, Yuan ZH, Wang ZY, He KL, Bai SX, 2014. Population dynamics of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in cornfields. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 51(3): 668–675. [张聪, 袁志华, 王振营, 何康来, 白树雄, 2014. 双斑长跗萤叶甲在玉米田的种群消长规律. 应用昆虫学报, 51(3): 668–675.]

Zhang X, Yang PY, Ren BY, Song XD, Lin ZP, Li P, Yuan XH, Yan Q, Han CG, Wang Y, 2021. Analysis on the occurrence, damage, prevention and control to the maize diseases, pests and weeds in three provinces of Northeast China from 2008 to 2019. *China Plant Protection*, 41(10): 83–90, 50. [张鑫, 杨普云, 任彬元, 宋显东, 林正平, 李鹏, 原晓华, 闫强, 韩成贵, 王颖, 2021. 2008-2019 年东北三省玉米病虫草害发生为害和防治情况分析. 中国植保导刊, 41(10): 83–90, 50.]

Zhang XL, Zhang RY, Li L, Yang Y, Ding YJ, Guan HT, Wang XQ, Zhang AH, Wen HT, 2020. Negligible transcriptome and metabolome alterations in RNAi insecticidal maize against *Monolepta hieroglyphica*. *Plant Cell Reports*, 39(11): 1539–1547.

Zhao XM, Zheng X, Guo JF, Liu Y, Luo BJ, Wang LX, Wang LD, Liu Y, Li QC, Wang ZY, 2021. Occurrence of *Monolepta hieroglyphica* adults in cornfields in Qiqihar. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 58(4): 979–984. [赵秀梅, 郑旭, 郭井菲, 刘颖, 罗宝君, 王连霞, 王立达, 刘洋, 李青超, 王振营, 2021. 齐齐哈尔市玉米田双斑长跗萤叶甲成虫发生规律. 应用昆虫学报, 58(4): 979–984.]

Zheng F, Jiang H, Jia JL, Wang RF, Zhang ZX, Xu HH, 2020. Effect of dimethoate in controlling *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) and its distribution in maize by drip irrigation. *Pest Management Science*, 76(4): 1523–1530.