

亚洲玉米螟飞翔能力的初步研究*

翟保平 陈瑞鹿

(吉林省农科院植保所)

摘 要

通过配有微机记录系统的飞行磨吊飞方法,测定了亚洲玉米螟(*Osirinia furnacaris*)的飞翔能力及温度、湿度、气流等不同生态条件对其飞翔力的影响。初步探讨了亚洲玉米螟的飞翔扩散活动及可能的迁飞活动。

玉米螟1日龄和2日龄雌蛾可累计飞翔30小时,150公里以上。飞翔速度平均1.5米/秒,最高可达2.4米/秒。雄蛾飞翔力初期稍弱,但3日龄以后强于雌蛾。玉米螟的飞翔适温区为20—30℃,高温低湿不利其飞翔。玉米螟在风速不大于1.53—1.6米/秒时可逆风飞翔,在较大的风速下顺风飞翔时,其自身的飞翔速度随风速增加而渐降,风速9米/秒时停止振翅,随风飘流。

亚洲玉米螟是我国重要的农业害虫。在玉米螟(指亚洲玉米螟,下同)的综合治理中,一些防治措施的应用,如越冬秸秆处理,抗螟品种的布局;性诱剂诱杀雄蛾以及雄虫不育技术等,均须了解其飞翔扩散能力。我国曾在空中和海域捕到玉米螟蛾^[1,2],屡次出现过越冬基数与来年第一代螟虫发生量不一致^[3,4]或上下代之间发生数量不相衔接的情况,甚至曾发现玉米螟伴随草地螟迁飞,因此,国内曾有人提出过玉米螟的远距离迁飞问题^[5]。对玉米螟的发生规律和防治技术,前人已进行了大量的研究。然而,对其飞翔扩散的能力,迄今国内外均无报道。了解玉米螟的飞翔能力,对其发生危害的预测预报和综合治理策略的制订均有重要的意义。为此,我们于1984年、1985年采用飞行磨吊飞技术,装置了小型飞行磨、环形风洞和微机记录系统,在实验室测定了玉米螟的飞翔能力及不同生态条件对其飞翔力的影响。

材 料 和 方 法

一、供试材料

1984年初冬从通辽县钱家店(43°43'N, 122°37'E)采集越冬幼虫,单个分装于指形管内,置于28℃,使其解除滞育。每管放一块浸水海绵以保湿并供其饮水。每天检查化蛹情况。

蛹和成虫均在25℃, R.H.80%条件下饲养。羽化期每4—6小时收一次蛾子,按羽化的日期和时刻分笼,雌雄混养。I、II级雌蛾的试验另收刚羽化的蛾子供试。

二、试验装置

本试验的吊飞装置包括飞行磨、环形风洞和微机记录系统。

*本所李立群同志代为拍摄吊飞装置,吉林省计算机技术研究所罗文祥同志给予热情协助,一并致谢!

1. 飞行磨

采用双支点结构,吊臂用直径0.3毫米的高强度合金丝制成,每转动一周为1米(图1)。

2. 环形风洞

由有玻璃板粘接而成(图2)内装飞行磨,并与微机记录系统连接。以40W鼓风机作为风源,风洞内的风速用EY3—2A型热球风速仪(测风范围0.05—30米/秒)测量并通过调节进风量来控制风速大小。

3. 微机记录系统

由电源、光电转换板、单板计算机、微型打印机和录音机组成⁽⁶⁾(图3)。

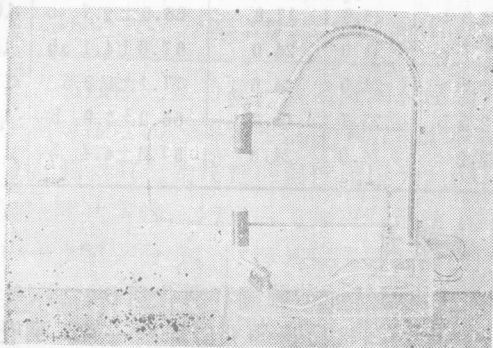


图1 飞行磨

a.遮光片 b.光源 c.光电三极管
d.吊臂 e.玉米螟蛾

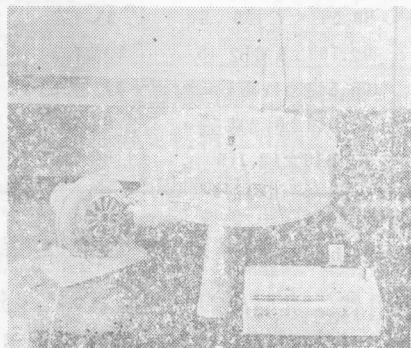


图2 风洞

a.风源 b.光源 c.测风探杆 d.测风仪

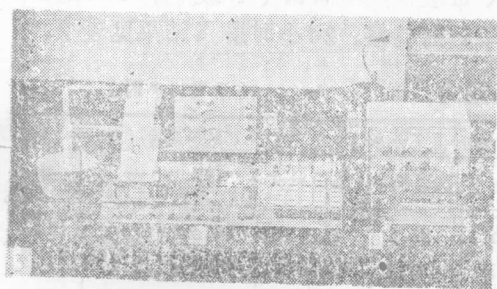


图3 微机记录系统

a.单板机 b.微打 c.检测电路板 d.稳压电源 e.录音机

三、吊飞方法

先将供试个体以微量乙醚轻度麻醉,除去其胸部背板上的鳞毛,在吊臂端部粘上少许熔化的热熔胶,垂直粘于中胸背板,随即安放到飞行磨上。

各处理吊飞4—20头不等。试验在自然光照下进行。雌、雄蛾飞翔力试验和蛹重处理在25℃, R.H. 80%条件下进行。温度试验时,湿度控制在R.H. 80%左右,湿度试验时,温度控制在25℃。

对试验结果做方差分析,组间差异显著的处理用Duncan's新复极差法作多重比较。试验结果未做阻力修正。

试验结果

一、初羽化成虫的飞翔力

成虫羽化后爬到笼壁停息,约15分钟后展翅并竖叠于背上。又15分钟后,翅平展。经吊飞测定,翅平展后20分钟,尚无力飞翔。30分钟,稍加刺激每次飞10米左右即停。60分钟,每次飞20米左右。90分钟,每次飞翔约50米。180分钟,连续飞翔半小时以

上, 速度可达87米/分。

二、不同日龄雄蛾的飞翔力

吊飞24小时的结果见表1。3日龄的雄蛾飞力最强, 24小时累计飞翔约23小时, 达100公里以上。

表1 不同日龄玉米螟雄蛾的飞翔力 (吊飞24小时)

蛾龄 (日)	飞翔距离(公里)		飞翔持续时间(小时)			飞翔速度(米/分)	
	平均	最大	平均累计	最长	最长单次	平均	最大
1	80.581±7.465 bc	98.979	21.2±1.9 b	23.6	17.8	66.5±2.7 b	103
2	92.709±5.672 ab	103.753	22.8±0.7 a	24.0	24.0	67.8±4.1 ab	105
3	106.612±4.553 a	122.891	23.2±0.4 a	24.0	24.0	77.1±1.9 a	118
6	71.549±6.224 bc	92.737	19.9±2.3 b	23.7	14.2	66.9±3.9 b	123
9	62.540±12.175 c	84.703	17.6±2.2 c	24.0	24.0	57.6±4.4 b	106

三、不同卵巢发育阶段雌蛾的飞翔力

采用钱仁贵提出的分级标准^[7]。分别解剖观察羽化前的雌蛹和羽化后6、8、24、36、48、70小时及其后各日龄雌蛾的卵巢发育进度, 与钱仁贵的分级标准一致。羽化前的雌蛹已有卵黄沉积发生。初羽化的雌蛾(I级, 卵黄沉积期)卵巢中已有部分半成熟的卵。羽化8小时后进入II级(卵粒成熟期), 24小时后进入III级(成熟待产期), 48小时后进入IV级(产卵盛期), 6天后进入V级(产卵末期)。据此, 分别选用羽化后3—6小时(I级), 10—15小时(II级), 2日龄(III级), 3日龄(IV级)和6日龄以上(V级)的雌蛾吊飞24小时和48小时, 吊飞后立即解剖观察。24小时吊飞结果见表2。

表2 各级玉米螟雌蛾的飞翔力 (吊飞24小时)

卵巢发育 级别	飞翔距离(公里)		飞翔持续时间(小时)			飞翔速度(米/分)	
	平均	最大	平均累计	最长	最长单次	平均	最大
I	64.692±5.584 b	93.087	17.8±1.0 b	21.5	11.6	61.2±4.9 b	117
II	126.931±3.458 a	151.265	23.4±0.2 a	24.0	24.0	90.3±1.9 a	142
III	113.308±4.649 a	144.412	22.9±0.4 a	24.0	24.0	84.1±2.6 a	145
IV	67.478±5.720 b	94.610	16.2±1.3 b	20.3	16.3	70.1±4.0 b	116
V	42.219±2.184 c	51.598	11.7±1.2 c	14.9	8.1	63.9±5.5 b	105

吊飞结果表明, II级和III级雌蛾飞翔力最强, 3日龄以后飞翔力明显下降。吊飞48小时, II级雌蛾平均飞行169.515公里, 最远177.787公里; 累计飞翔时间最长39.83小时, 一次持续飞翔最长32.83小时。III级雌蛾平均154.083公里, 最长36.7小时, 179.104公里, 一次持续飞翔最长31.75小时。

四、温度对玉米螟飞翔力的影响

1. 不同温度条件下的飞翔能力

在18℃—25℃不同的温度条件下, 分别吊飞3日龄雄蛾和2日龄雌蛾各15小时, 结果

(表3)表明, 20℃—30℃为玉米螟飞翔的适温区, 最适为25℃。

表3 不同温度条件下玉米螟的飞翔力 (吊飞15小时)

温度(℃)	飞翔距离(公里)	飞翔持续时间(小时)	飞翔速度(米/分)
18	57.891±4.887 c	13.9±0.9	69.1±6.0 b
20	70.855±7.829 b	14.1±0.8	83.1±6.0 ab
22	71.681±9.086 b	14.8±0.1	83.0±8.0 ab
25	85.641±3.165 a	15.0	95.2±3.5 a
28	65.299±9.811 bc	13.9±0.5	82.7±6.9 ab
32	58.687±8.629 c	13.9±0.9	75.5±7.4 b
35	58.599±6.366 c	14.0±0.6	69.4±5.8 b

2. 飞翔停、始的高、低温阈限及连续调温对飞翔速度的影响

在相对湿度40—60%的条件下吊飞玉米螟蛾。从6℃开始连续调变升温(0.1—0.5℃/分), 测得其起始飞翔的温度阈限为7.0℃—12.4℃, 平均9.1℃±0.3℃。25℃—28℃时飞翔速度达高峰, 35℃后飞翔速度迅速下降。40℃为停飞的高温阈限。从35℃连续降温(0.1—0.3℃/分), 测得其停飞的低温阈限平均为9.9℃±0.4℃, 与起始飞翔的温度阈限差异不显著。温度与飞翔速度的关系近于一抛物线(图4)。

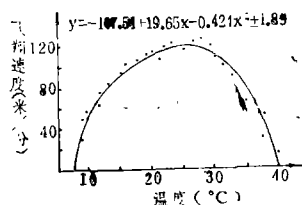


图4 连续变温中玉米螟飞翔速度的变化

五、湿度对玉米螟飞翔力的影响

在相对湿度40%、60%、80%和25℃条件下吊飞3日龄雄蛾和2日龄雌蛾24小时, 结果(表4)表明, 在此相对湿度范围内, 玉米螟的飞翔能力随湿度增高而增强, 低湿不利于飞翔。

表4 湿度对玉米螟飞翔力的影响 (吊飞24小时)

相对湿度	飞翔距离(公里)	飞翔持续时间(小时)	飞翔速度(米/分)
80%	122.188±5.066 a	22.3±1.7 a	86.0±3.3 a
60%	84.867±5.377 b	19.0±1.2 a	74.5±1.9 b
40%	46.526±3.226 c	12.2±1.0 b	64.8±3.1 c

六、气流对玉米螟飞翔的影响

先将供试蛾麻醉死后粘到吊臂上, 在风洞内测得其运行速度与风速一致(风速1—15米/秒)。然后在风洞内吊飞2日龄雌蛾, 记录运行速度, 如图5所示。

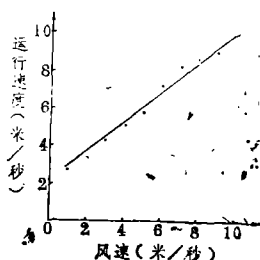


图5 不同风速下玉米螟蛾的运行速度

顺风吊飞时，蛾子的运行速度随风速增大而增大，但其运行速度与风速的差值却渐降。当风速度达到9米/秒以上时，运行速度与风速相等，说明蛾子已停止飞翔，仅顺风漂流而下。逆风吊飞，风速小于1.5—1.6米/秒时，蛾子可逆流前行，超过2米/秒则随流而退。

七、蛹重与飞翔力的关系

玉米螟蛾不需要补充营养，其飞翔所需的能源物质，来源于幼虫期的取食。蛹重反映了幼虫期的取食状况。

将供试蛹分别称重，笼罩羽化后标号吊飞24小时，结果(表5)表明，71—119毫克的蛹羽化的蛾子飞翔力最强。蛹重过大(大于120毫克)或过小(小于70毫克)，羽化的蛾子飞翔力均减弱。

表5 蛹重对玉米螟飞翔力的影响 (吊飞24小时)

蛹重(毫克)	飞翔距离(公里)	飞翔持续时间(小时)	飞翔速度(米/分)
120 以上	81.998±9.139 b	20.6±1.5 ab	63.4±11.3 b
71—119	113.887±6.534 a	22.5±0.4 a	84.1±2.5 a
50—70	60.967±8.412 b	16.1±2.5 b	65.3±5.3 b

讨 论

国内对玉米螟飞翔活动的研究不多。根据有关的记载，在上海至大连海面的海捕中曾捕获21头玉米螟蛾。航线距海岸的最近距离为16公里，最远250公里以上^[2]。国内高山网(高度一般千米以上)也有玉米螟蛾入网的记录。^[1]山西安泽等地越冬代玉米螟多在5月下旬化蛹，但在4月下旬曾诱到过玉米螟蛾^[5]，而此期螟蛾羽化的地区有四川、贵州、湖北、陕西等。1981年和1982年的8月末，在太原市降落的草地螟蛾群中，玉米螟蛾占5—10%^[6]。从这些记载可以看出，玉米螟在自然条件下存在迁移活动。

吊飞试验的结果表明，玉米螟具有较强的飞翔能力。吊飞48小时，1日龄和2日龄的雌蛾平均累计飞翔30小时左右，飞翔距离累计150公里以上，最高可累计飞翔39.8小时，179公里，一次持续飞翔时间可达30小时以上。雄蛾的飞翔力初期稍弱，但3日龄后强于雌蛾。

当然，仅凭室内飞翔指标尚不足以阐明自然状态下的飞翔活动。鳞翅目昆虫的基本活动都是通过飞翔来实现的，从吊飞试验测得的飞翔能力中很难分清哪些是日常飞翔，哪些是迁移性飞翔。因此，飞行磨上的飞翔能力只是一个相对指标，它并不意味着该种的个体一定要飞行这样的时间和距离^[8]。

从玉米螟的生活史和越冬情况看，它们似无必要为逃避严寒或为与寄主植物保持同步而冒远距离迁飞的风险。从吊飞结果看，雌蛾仅1日龄和2日龄飞翔力强，3日龄后飞翔力显著下降，可供迁移活动的时间不长，然而，并不能因此排除玉米螟蛾发生迁移的可能性。

在农业生态系统中，昆虫由于受到许多时间的和空间的条件制约，需要频繁地进行不同距离的迁移来寻找适宜的寄主植物和栖息场所。显然，昆虫迁入新栖地繁殖给种群带来

的益处将超过因迁入不良地区所造成的损失。就玉米螟而言,每头雌蛾可产卵350—950粒。若有3%的卵可发育进入成虫期,那么,即使在迁移中种群损失率达到90%,其种群仍将保持稳定平衡。不同种类的迁飞昆虫在其迁飞的行为学、生理学和生态学方面有着很大差异,玉米螟的飞翔活动也许更具有种的特异性。可以设想,玉米螟种群不一定象粘虫那样进行较为稳定的远距离迁飞,但在一定条件下仍存在随气流远迁的可能。同时,作为一种种群过程,进行一定距离的迁移(如数十公里)以完成其生活史是无庸置疑的。这种迁移可能是任意方向的,使得到达和离开某一栖地的虫量大致相等,即种群保持一种动态平衡。但这种迁出和迁入活动导致了种群的年龄结构、性比、交配状况等发生变化,具体的迁移规模和方式取决于天气系统的随机影响。此外,资源的空间分布、天敌因素、防治措施等因子的影响,也可能使短距离的迁移扩展而连续飞翔较长时间或在同一方向上连续进行几次短距离的飞翔,达到较远的距离,使相邻的、不同步的生态系统之间的种群进行交换。

明确玉米螟成虫的飞翔活动和规律,对预测其发生分布和制定防治策略具有重要的实际意义。根据本实验的结果,可以肯定其飞翔扩散能力是相当强的,在应用迷向法、性诱剂、雄性不育及控制越冬种群等防治措施时应考虑到这一点。

Gatehouse^[9]和胡伯海、林昌善^[10]吊飞粘虫时都得到了与自然条件下基本一致的飞翔昼夜节律。Gatehouse称之为“时间节律”的一致^[11]。而在本试验中,不论白天或夜晚,也不论哪个日龄,吊飞个体多是飞到力竭而止。这与玉米螟蛾昼伏夜出的习性不相符。这可能是玉米螟蛾对飞行磨吊飞时的悬空刺激较敏感而造成的。玉米螟的飞行磨吊飞技术有待进一步研究和改进。

参 考 文 献

- (1) 全国褐稻虱科研协作组:高山捕虫网在研究稻飞虱迁飞规律和预测中的作用,《昆虫知识》,1981, 18(9): 241—247.
- (2) 上海稻纵卷叶螟海捕协作组,全国稻纵卷叶螟研究协作组编:《稻纵卷叶螟迁飞研究》(论文集), 1981, P. 24—31.
- (3) 河南省玉米螟研究协作组:大水后玉米螟发生情况考察,河南省玉米螟科研资料选编, 1977.
- (4) 《中国农作物病虫害》上册,农业出版社, 1979, P. 495.
- (5) 王益民:关于玉米螟有无远距离迁飞的商榷,《昆虫知识》, 1983, 20(5): 195.
- (6) 翟保平:昆虫吊飞试验的微机记录系统介绍,《昆虫知识》, 1987, 24(4): 242—243.
- (7) 钱仁贵:玉米螟卵巢解剖及应用初报,《昆虫知识》, 1982, 19(5): 15—17.
- (8) Dingle, H. 1984. Migration. In “Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology” (eds. by G. A. Kerkut and L. I. Gilbert), Vol. 9, pp. 375—415. Pergamon Press, Oxford.
- (9) Gatehouse, A. G. and D. S. Hackett 1980. A technique for studying flight behavior of tethered Spodoptera exempta moth. Physiol. Ent., 5: 215—222.
- (10) 胡伯海、林昌善:粘虫迁飞模拟试验,《生态学报》, 1983, 3(4): 367—375.
- (11) Gatehouse, A. G. and K. P. Woodrow 1987. Simultaneous monitoring of flight and oviposition of individual velvetbean caterpillar moths (by Wales, Barfield and Leppla, 1985): a critique. Physiol. Ent., 12: 117—121.

FLIGHT CAPACITY OF ASIAN CORN BORER

(*Ostrinia furnacaris Guenee*)

Zhai Baoping et al.

(Institute of plant protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences)

ABSTRACT

The flight capacity of the Asian Corn Borer (ACB) was determined in laboratory by tethered-flight technique, in which a flight mill, a circular wind tunnel and a microcomputer processing system was established. The effects of the age, sex, weight of pupa, temperatures, moisture, and wind speed on the flight capacity of ACB were tested. The possibility of the migratory movements of ACB was discussed.

The strongest flight of the moths occur at 10—48h old in females and 3—day—old in males. During 24h tethered flight on the mill, the total flight duration and distance of the 2—day—old females are 23 hour and 120 km on the average. During 48h, they can fly 39.8 h and 179 km, the longest single flight can be sustained for 32.8 h without any break. The average flight speed is 1.54 m/s and the maximum is 2.42 m/s in still air (all the data are original records without any drag calibration). The moths emerged from the pupae weighed from 71 to 119 mg showed a higher flight capacity. Temperature range from 20 to 30°C is suitable for flight. Flight range and duration decline greatly at low R. H. when tethered in a circular wind tunnel, their own flight speed reduce gradually with the increasing of the wind speed and they stop wing beat when the wind speed is more than 9 m/s. They can make upwind flight when the wind speed is less than 1.53—1.6 m/s.

There is no apparent difference in behavior on the mill when the tests were conducted both during the day and night. The fact that the moths have showed no similar temporal patterning of the behavior in the laboratory and in the field may be a consequence of the greater susceptibility of the insect disturbed by the experimental conditions. Even so, these various indices obtained from the tests are valuable for the monitoring, forecasting and controlling of ACB.