

# 月相对两种稻螟灯下诱蛾量的影响\*

盛承发<sup>①</sup> 王红托<sup>①</sup> 孙俊铭<sup>②</sup> 韦刚<sup>②</sup> 宣维健<sup>①\*\*</sup>

(<sup>①</sup>中国科学院动物研究所 北京 100080; <sup>②</sup>安徽省庐江县植保站 庐江 231500)

**摘要:** 经圆形统计分析安徽省庐江县 1962~2001 年灯光诱蛾资料, 发现三化螟和二化螟的诱蛾量受到月相的显著影响。诱蛾量的平均角或集中趋势, 三化螟对应于农历月 27 日 10 时 13 分 ( $P < 0.001$ ), 二化螟对应于 24 日 16 时 22 分 ( $P < 0.001$ )。两种稻螟诱蛾量的集中时间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。二者合并, 得到平均集中时间为 25 日 14 时 40 分。

**关键词:** 昆虫学; 月相; 三化螟; 二化螟; 灯光诱蛾量

**中图分类号:** S435.112+.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2003)05-15-05

## Influence of Lunar Phase on the Light Trap Catches of Two Rice Borer Species

SHENG Cheng-Fa<sup>①</sup> WANG Hong-Tuo<sup>①</sup> SUN Jun-Ming<sup>②</sup> WEI Gang<sup>②</sup> XUAN Wei-Jian<sup>①</sup>

(<sup>①</sup>Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080;

<sup>②</sup>Plant Protection Station, Lujiang, Anhui 231500, China)

**Abstract:** Circular analysis of data collected from Lujiang County, Anhui Province from 1962 - 2001, indicates that lunar phase had a significant effect on light-trap catches of adults of the yellow rice borer, *Tryporyza incertulas*, and the rice stem borer, *Chilo suppressalis*. The mean angles of peak catches of the yellow rice borer and rice stem borer corresponded to 10:13 on the 27<sup>th</sup> day ( $P < 0.001$ ) and 16:22 on the 24<sup>th</sup> day ( $P < 0.001$ ) in a lunar month, respectively, and this difference was not significant ( $P > 0.05$ ). Pooling the data resulted in a mean angle of peak catches of the two borer species corresponding to 14:40 on the 25<sup>th</sup> day.

**Key words:** Entomology; Lunar phase; *Tryporyza incertulas*; *Chilo suppressalis*; Light catches

已有报道, 两种按蚊在月圆前后活动频繁<sup>[1]</sup>, 棉铃红蛉虫性诱剂蛾峰日以及几种沙蚕的群浮也受月相的影响<sup>[2-4]</sup>。另一方面, 圆月时的光亮也会部分抵消人工光源的信号作用, 降低一些昆虫种类的扑灯数和人工光源对鱼类的光诱范围和效果, 其中包括三化螟 (*Tryporyza incertulas*) 和二化螟 (*Chilo suppressalis*)<sup>[5-7]</sup>。鉴于这方面研究很少, 作者试以一地点比较系统的测报灯诱蛾资料, 就这两种稻螟的诱蛾量与月相的关系做进一步探讨。

### 1 材料与方 法

资料取自安徽省庐江县植保站 1962~2001 年(其中缺 1964、1967、1968、1977、1978 年)测报

\* 中国科学院知识创新工程领域前沿项目资助(KSCX3-IOZ-04);

\*\* 通讯作者, E-mail: xuanwj@yahoo.com.cn;

第一作者介绍 盛承发, 男, 52 岁, 博士, 研究员, 博导; 研究方向: 昆虫生态学。

收稿日期: 2003-01-13, 修回日期: 2003-03-15

灯(200 W 白炽灯)下三化螟和二化螟诱蛾数, 每年自公历 4 月 20 日开始诱蛾至 10 月 20 日结束, 逐日分别记载这两种稻螟的诱蛾头数。35 年共诱集三化螟 153 985 头, 二化螟 31 151 头。整理中将公历日期转换为农历, 逐日统计诱蛾头数, 计算 1~30 日各日累计诱蛾头数。考虑到不同年份的诱蛾量相差很大(三化螟最大、最小年蛾量分别为 14 261 头和 41 头), 为减少极端蛾量的影响, 在统计绝对蛾量的同时, 也统计相对诱蛾量即当日蛾量占本年蛾量的百分比(%), 并由此计算各日累计百分比。由于农历月周期为 29.53 d, 故将农历 30 日的蛾量除以 0.53 加以校正。常规统计用 SPSS 10.0 软件, 差异显著性用  $\mu$  检验。考虑到这是周期性资料, 故集中性分析主要采用圆形分布(circular distribution)方法<sup>[8]</sup>, 计算由自编计算机程序完成。

## 2 结果与分析

**2.1 三化螟灯下诱蛾量的日分布** 农历逐日三化螟灯下诱蛾量整理见表 1。其中农历 30 日的实际诱蛾头数和累计百分比分别为 1 542

头和 33.83%, 理论校正分别为 2 909 头和 68.83%, 28~30 日的数据做相应调整。从绝对蛾量看, 最大蛾量 19 838 头出现在 22~24 日, 最小蛾量 9 507 头出现在 13~15 日, 前者是后者的 2.1 倍, 经  $\mu$  检验, 差异极显著( $P < 0.01$ )。各时间段诱蛾量差异显著性检验结果见表 2。从相对诱蛾量看, 累计百分比的最大值和最小值分别出现在 22~24 日和 13~15 日, 前者是后者的 2.1 倍, 差异极显著( $P < 0.01$ ), 与绝对诱蛾量的情况近似。

表 1 农历逐日三化螟灯下诱蛾量

时间段	农历日	历年累计诱蛾量	
		头数	百分比
1	1~3	14 793	383.1
2	4~6	18 362	388.3
3	7~9	14 889	364.8
4	10~12	10 493	288.5
5	13~15	9 507	208.1
6	16~18	13 648	273.0
7	19~21	17 970	397.2
8	22~24	19 838	447.4
9	25~27	17 722	404.4
10	28~30	18 129	375.3
合计		155 351	3 530.1

表 2 各时间段三化螟累计诱蛾量差异显著性检验( $P$  值)

时间段	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<0.01**	>0.05	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
2		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.05*	<0.01**	<0.01**	>0.05
3			<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
4				<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
5					<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
6						<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
7							<0.01**	>0.05	>0.05
8								<0.01**	<0.01**
9									<0.05*

\* 差异显著, \*\* 差异极显著

**2.2 三化螟灯下诱蛾量的旬分布** 农历上、中、下旬三化螟诱蛾头数分别为 52 265、41 181 和 61 905 头。经  $\mu$  检验, 上旬与中、下旬以及中旬与下旬的差异均极显著( $P < 0.01$ )。考察累计相对诱蛾量, 上、中、下旬分别为 1 240.8%、908.2% 和 1 381.2%, 两两之间差异均极显著( $P < 0.01$ ), 与绝对诱蛾量的情况近似。

**2.3 三化螟上半月和下半月诱蛾量** 农历 1

~15 日和 16~30 日绝对诱蛾量分别为 68 044 头和 87 307 头, 差异极显著( $P < 0.01$ )。上、下半月的累计相对诱蛾量分别为 1 632.8% 和 1 897.3% 头, 差异极显著( $P < 0.01$ )。

**2.4 三化螟各时间段诱蛾量的分布圆形分析**

将表 1 各时间段累计诱蛾量做圆形分布统计分析。近似地将 1~30 日末依次转换为 12~360°, 取各日组中值 6~354°。求得农历全月绝

对诱蛾量高峰  $\cos \bar{\alpha} = 0.7326$ ,  $\sin \bar{\alpha} = -0.6806$ , 平均角  $\bar{\alpha}$  在第 4 象限, 集中角为  $317.76^\circ$ , 即 27 日 10 时 13 分。经检验 (Rayleigh),  $Z = 2273.4$ ,  $Z_{0.001} = 6.89$ ,  $P < 0.001$ , 表明绝对诱蛾量的集中趋势是存在的。同理求得全月相对诱蛾量高峰  $\cos \bar{\alpha} = 0.8514$ ,  $\sin \bar{\alpha} = -0.5245$ 。平均角  $\bar{\alpha}$  在第 4 象限, 集中角为  $328.36^\circ$ , 即 28 日 8 时 44 分。经检验,  $Z = 41.69$ ,  $P < 0.001$ , 表明相对诱蛾量的集中趋势也是存在的。这表明月相显著影响三化螟灯下诱蛾头数和蛾量百分比。

**2.5 二化螟灯下诱蛾量的日分布** 逐日灯下诱蛾量整理见表 3。其中农历 30 日的实际诱蛾头数和累计百分比分别为 437 头和 47.17%, 理论校正分别为 825 头和 89.00%, 28~30 日的数据做相应调整。从绝对蛾量看, 最大蛾量 5345 头出现在 19~21 日, 最小诱蛾量 1496 头出现在 13~15 日, 前者是后者的 3.6 倍, 经  $\mu$  检验, 差异极显著 ( $P < 0.01$ )。各时间段蛾量差异显著性检验结果见表 4, 情况与三化螟近似 (表 3)。从相对诱蛾量看, 累计百分比的最大值和最小值分别出现在 25~27 日和 16~18 日, 前者是后者的 1.7 倍, 差异极显著 ( $P < 0.01$ ), 与绝对诱蛾量的情况近似。

**2.6 二化螟灯下诱蛾量的旬分布** 农历上、

中、下旬诱蛾头数分别为 8756、8396 和 13999 头。经  $\mu$  检验, 上旬与中、下旬以及中旬与下旬的差异均极显著 ( $P < 0.01$ )。考察累计相对诱蛾量, 上、中、下旬分别为 1074.8%、1069.1% 和 1297.7%, 上旬与中旬之间差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 下旬与上、中旬差异均极显著 ( $P < 0.01$ ), 与绝对诱蛾量的情况比较近似。

**2.7 二化螟上半月和下半月诱蛾量** 农历 1~15 日和 16~30 日绝对诱蛾量分别为 11535 头和 19616 头, 差异极显著 ( $P < 0.01$ )。上、下半月的累计相对诱蛾量分别为 1635.9% 和 1805.8% 头, 差异也极显著 ( $P < 0.01$ )。

表 3 逐日二化螟灯下诱蛾量

时间段	农历日	历年累计诱蛾量	
		头数	百分比
1	1~3	3001	334.4
2	4~6	3447	394.5
3	7~9	1742	282.6
4	10~12	1849	321.1
5	13~15	1496	303.3
6	16~18	2381	271.1
7	19~21	5345	371.0
8	22~24	5266	434.0
9	25~27	4108	468.3
10	28~30	2516	261.4
合计		31151	3441.6

表 4 各时间段二化螟累计诱蛾量差异显著性检验 ( $P$  值)

时间段	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
2		<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
3			>0.05	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
4				<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
5					<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
6						<0.01**	<0.01**	<0.01**	>0.05
7							>0.05	<0.01**	<0.01**
8								<0.01**	<0.01**
9									<0.01**

\* 差异显著, \*\* 差异极显著

**2.8 二化螟各时间段诱蛾量的分布圆形分析**

将表 3 各时间段累计诱蛾量做圆形分布统计分析。求得农历全月绝对诱蛾量高峰  $\cos \bar{\alpha} = 0.2450$ ,  $\sin \bar{\alpha} = -0.9695$ , 平均角  $\bar{\alpha}$  在第 4 象限, 集中角为  $284.18^\circ$ , 即 24 日 16 时 22 分。经

检验,  $Z = 1678.6$ ,  $P < 0.001$ , 表明绝对诱蛾量的集中趋势是存在的。同理求得全月相对诱蛾量高峰  $\cos \bar{\alpha} = 0.4827$ ,  $\sin \bar{\alpha} = -0.8758$ 。平均角  $\bar{\alpha}$  在第 4 象限, 集中角为  $298.86^\circ$ , 即 25 日 21 时 43 分。经检验,  $Z = 18.2$ ,  $P < 0.001$ , 表明相

对诱蛾量的集中趋势也是存在的。这表明月相显著影响二化螟灯下诱蛾头数和诱蛾量百分比。

**2.9 两种稻螟各时间段诱蛾量分布差异性圆形分析** 既然三化螟和二化螟的诱蛾量在农历月中都显著集中在下旬,那么应当检验这两种稻螟高峰诱蛾量时间差异的显著性。仅以绝对诱蛾量为例。经检验,两种稻螟灯诱蛾量高峰日的差异不显著( $t = 1.81, P > 0.05$ ),故将二者合并,得到集中角为  $295.33^\circ$ ,即农历 25 日 14 时 40 分。

### 3 小结与讨论

本文表明,庐江县三化螟灯下诱蛾量受到月相的显著影响。按 3 天时间分段,最大诱蛾量分别出现在 22~24 日,最小诱蛾量均出现在月圆前夕(13~15 日)。按旬分,农历下旬诱蛾量与上旬或中旬差异均极显著。按半月分,农历下半月诱蛾量极显著高于上半月。圆形分析表明,农历月中诱蛾量集中于 27 日 10 时 13 分。由此可见月相显著影响三化螟蛾量。

二化螟灯光诱蛾量也受到月相的显著影响。按 3 天时间分段,最大诱蛾量分别出现在 19~21 日,从数值上看,比三化螟略早些。最小诱蛾量也出现在月圆前夕(13~15 日)。按旬分,农历下旬诱蛾量与上旬和中旬差异均极显著。按半月分,农历下半月诱蛾量极显著高于上半月。圆形分析表明,农历月中诱蛾量集中于 24 日 16 时 22 分。与三化螟情形相近。

值得注意的是,三化螟和二化螟诱蛾量的集中时间只相差 35 h,差异不显著。二者合并,得到平均集中时间为 25 日 14 时 40 分。若以相对诱蛾量计算,二者差异则更小些。这两种稻螟的世代历期和年发生世代数都不同,但灯下蛾量的农历集中时间却如此接近,这提示它们的扑灯习性近似,也为它们对月光的反应提供了某种相互验证。

农历下旬诱蛾量显著高于上旬,推测原因之一是下旬前半夜月光少,而这两种稻螟成虫在上半夜行动活跃,其中 20~21 时左右为交配

高峰时间。因此,虽然上旬与下旬的月光照度相等,但照度的时辰分布型式几乎相反,这便造成灯下诱蛾量的显著不同。

若用公历日期统计该地三化螟和二化螟的灯下诱蛾量,则出现不一致的结果。三化螟诱蛾量上旬最多,下旬最少;二化螟中旬最多,上旬最少。三化螟上半月多于下半月,二化螟下半月多于上半月。公历日期与月相的关系是随机的,诱蛾量的公历日分布(月内)难以出现周期性。

本文农历日期的分段方法是主观的。一般认为农历 15~17 日的月光照度最大,这一时间段的灯光诱蛾量应最低。实际上,15~17 日累计三化螟诱蛾量为 8 800 头,比 13~15 日少 707 头或 7.4%(表 1)。15~17 日累计二化螟诱蛾量为 2 137 头,比 13~15 日多 641 头或 42.8%(表 3)。由于 15~17 日两种稻螟的累计诱蛾量比 13~15 日或少或多,因此本文只用 1~3 日开始的分段法。

三化螟和二化螟的发蛾进度主要受有效积温控制,但月相对灯光诱蛾量的影响不可忽视。几十年来,这两种水稻主要害虫的成虫动态监测几乎完全依赖灯光诱蛾。探讨月相对灯诱量的影响,有助于准确掌握它们的发生期。此外,月相对昆虫的影响应包括月光(照度及其时辰分布)和月球引力二方面。关于引力的可能作用,本文尚未涉及。

有报道月圆时全球日均温有所上升<sup>[9]</sup>,可见月相对地球表面环境的影响可能是多方面的,包括昆虫等动物的活动和行为,从而表现出太阴月周期性。

本文在常规检验诱蛾量差异显著性时采用  $\mu$  检验,因为  $\mu = |P_i - P_j| / \delta_{P_i - P_j} = |n_i - n_j| / (n_i + n_j)^{0.5}$ ,而  $\chi^2 = |n_i - n_j|^2 / (n_i + n_j)$ ,故  $\mu^2 = \chi^2$ (自由度  $\nu = 1$ ),在此这两种检验方法等效。例如,农历 1~15 日和 16~30 日三化螟诱蛾量分别为 68 044 头和 87 307 头(表 1), $\mu = (87\ 307 - 68\ 044) / (87\ 307 + 68\ 044)^{0.5} = 48.873$ , $\mu^2 = 2\ 388.547 = \chi^2$ ,差异均极显著,两种检验方法的结论相同。

## 参 考 文 献

- [1] 吴金俊,许龙善,徐保海等.嗜人按蚊和中华按蚊种群数量与月光关系探讨.医学动物防制,1990,6(1):26~27.
- [2] 朱明远,杨宇,吴宝铃.温度和月相对多齿围沙蚕的群浮诱导.动物学报,1993,39(2):22~25.
- [3] 蒋霞敏,郑忠明.双齿围沙蚕群浮现象的初步观察.动物学杂志,2002,37(5):54~56.
- [4] 盛承发,王红托,王少丽等.月相与棉红铃虫性诱剂蛾峰日关系的探讨.中国棉花,2003,30(2):12~13.
- [5] 高明昌.四种水稻害虫扑灯数与月相关系.昆虫知识,1989,25(5):272~274.
- [6] 蓝晞文.月光夜光诱渔业光场.福建渔业,1992(4):59~63.
- [7] Bowden J, Church B M. The influence of moonlight on catches of insects in light-traps in Africa: Part II. the effect of moon phase on light trap catches. *Bull Entomol Res*, 1973, 63:129~142.
- [8] 郭祖超.医用数理统计方法(第3版).北京:人民卫生出版社,1998.1~939.
- [9] Balling R C Jr, Cervený R S. Influence of lunar phase on daily global temperatures. *Science*, 1995(267):1481~1483.