

3 种寄主植物对条沙叶蝉生长发育和繁殖的影响

张华普, 相建业, 吴云锋, 胡 亮, 董旭燕
(西北农林科技大学 植保学院, 教育部植保资源与病虫害治理重点开放实验室, 陕西 杨凌 712100)

【摘 要】 **【目的】** 研究小麦、玉米和狗尾草 3 种食料植物对条沙叶蝉实验种群生长发育及繁殖的影响。**【方法】** 在 25 ℃ 恒温条件下, 以小麦、玉米和狗尾草为食料, 分别观测记录了条沙叶蝉的卵孵化率和发育历期、若虫存活率和发育历期、成虫寿命及产卵量, 并组建了条沙叶蝉实验种群生命表。**【结果】** 条沙叶蝉在 3 种寄主植物上都能完成世代发育; 从卵到若虫期的发育历期在小麦上最短(23.33 d), 玉米上次之(26.39 d), 狗尾草上最长(27.50 d); 取食狗尾草时, 若虫的存活率(17.22%)最低, 其存活曲线属Ⅲ型; 取食小麦时, 净增值率(6.106 7)、内禀增长力(0.052 3)和周限增长率(1.053 7)均最大, 平均世代周期(34.58 d)和种群加倍时间(13.25 d)最短, 存活曲线基本符合Ⅱ型; 在玉米上平均每雌产卵量(17.63 粒)最少, 且无明显的产卵高峰期。**【结论】** 用生命表参数和存活曲线等综合评价表明, 在 3 种寄主植物中, 小麦最适合条沙叶蝉的生长发育与繁殖, 其次分别为玉米和狗尾草。

【关键词】 条沙叶蝉; 生命表参数; 寄主植物
【中图分类号】 S435.122+.9 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-9387(2008)10-0163-05

Effects of three host plants on the development and fecundity of *Psammotettix striatus* L.

ZHANG Hua-pu, XIANG Jian-ye, WU Yun-feng, HU Liang, DONG Xu-yan
(College of Plant Protection, Northwest A&F University, Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pests Management, Ministry of Education, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The development and fecundity of *Psammotettix striatus* L. reared on wheat, corn and green foxtail were studied. **【Method】** The eggs hatchability and development period, nymph survival rate and development period, and the longevity of female and oviposition were respectively observed and recorded at 25 ℃, and the life table of experimental population of *Psammotettix striatus* L was established. **【Result】** The insect could develop and reproduce on all tested host plants; the development duration of *Psammotettix striatus* L. at its immature stages reared on wheat was the shortest (23.33 d), then on corn (26.39 d), and the longest on green foxtail (27.50 d); the survival rate (17.22%) of the nymph reared on green foxtail was lower than those reared on the other two host plants, its survival curve was typeⅢ; the net reproductive rates(6.106 7), the intrinsic rate of increase(0.052 3) and the finite rate of increase(1.053 7) were the largest, whereas the mean generation times (34.58 d) and the doubling times (13.25 d) were the shortest when reared on wheat, with survival curve type was Ⅱ; mean Oviposition per female(17.63 eggs) was least on corn, and no obvious spawning peak. **【Conclusion】** Based on the life table and the survival curves, the most suitable host plants for the development and reproduction of *Psammotettix striatus* L. was wheat, then corn, followed by green foxtail.

* **【收稿日期】** 2007-10-25
【基金项目】 国家自然科学基金资助项目(30571214)
【作者简介】 张华普(1981—), 男, 河北威县人, 在读硕士, 主要从事昆虫生态与综合防治研究。E-mail: hpzhang305@163.com
【通讯作者】 相建业(1963—), 男, 陕西礼泉人, 副研究员, 主要从事农业昆虫与虫传植物病害研究。E-mail: xiangjy12@sina.com

Key words: *Psammotettix striatus* L.; life table parameters; host plants

条沙叶蝉(*Psammotettix striatus* L.)隶属同翅目(Homoptera)、叶蝉科(Cicadellidae)、沙叶蝉属(*Psammotettix* Haupt),在我国以西北、华北地区发生较重,是甘肃、山西麦田叶蝉的优势种^[1]。该害虫除直接吸取植物汁液、分泌大量毒素、导致叶斑或整叶枯黄外,更重要的是能传播小麦矮缩病、小麦蓝矮病等多种禾谷类作物病毒病害和类菌原体(MLO)病害,导致病害流行,给农业生产带来严重损失。

目前关于条沙叶蝉的相关报道较少,相建业等^[2-3]曾先后就条沙叶蝉的生活习性、发生环境、寄主适应性、传毒特性及预测防治等进行了初步研究;2005年,许玉娟等^[4]再次报道了条沙叶蝉的特征、特性;但就不同食物对条沙叶蝉种群动态的影响国内外尚未见报道。本试验以禾本科主要作物小麦、玉米及禾本科杂草狗尾草的盆栽幼苗为饲料,应用生命表方法系统研究了条沙叶蝉在不同寄主植物上的生长发育和繁殖特性,以探明条沙叶蝉种群周年动态变化以及在不同作物上的种群水平,为条沙叶蝉及其所传植物病害的防治提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源 条沙叶蝉成虫采自陕西杨凌大田,分别以盆栽小麦、玉米和狗尾草为食料植物笼罩饲养。

1.1.2 供试寄主 包括小麦(小偃6号)、玉米(浚单20)、狗尾草等3种植物,直接播栽在盆钵内备用。

1.1.3 主要仪器 ZPQ-280D型智能气候培养箱,XTS30型连续变倍显微镜等。

1.2 方法

1.2.1 条沙叶蝉卵孵化率和发育历期的观测 取每种供试植物5盆,罩上圆柱形透明玻璃笼罩,顶部用纱布覆盖,并用橡皮筋将其固定。分别吸取相应寄主上的条沙叶蝉雌成虫20头于笼罩内,任其产卵,24 h后移去成虫,计数并标记各植株上的卵数,于光照培养箱((25±0.5)℃,光照14 h/d)中孵化,逐日观察记录孵化数^[5]。

1.2.2 条沙叶蝉若虫发育历期和存活率的观测 取上述3种寄主植物的初孵若虫,分别接于试管中,接虫量为每试管1头,采用离体叶片培养法进行饲

养,逐日记录若虫的发育与存活状况,直到羽化为成虫。龄期以蜕皮的次数为准确定。小麦、玉米、狗尾草分别作80,84和83个小样^[5]。

1.2.3 条沙叶蝉成虫寿命和产卵量的观测 将各供试寄主上刚羽化的成虫按照1:1雌雄配对,每试管1对,试管内放入相应寄主植物离体叶片保湿饲养,逐日查看叶片,记录成虫的死亡时间和产卵数,更换新鲜同种叶片,直到所有雌成虫死亡为止^[5-6]。

1.2.4 分析方法与相关参数的计算 存活曲线应用Pearl(1928年)和Deevey(1950年)的方法进行分析,即将生物种群的存活曲线分成3类:I型、II型和III型^[7]。

生命表中主要参数的计算方法如下:

净增值率 $R_0 = \sum L_x M_x$;

平均世代周期 $T = \sum L_x M_x X / \sum L_x M_x$;

内禀增长力 $r_m = \ln R_0 / T$;

周限增长率 $\lambda = \exp(r_m)$;

种群加倍时间 $t = \ln 2 / r_m$ 。

式中,X为时间间隔(d), L_x 为条沙叶蝉在X期间的存活率, M_x 为在X期间平均每雌的产雌数^[8]。

1.2.5 数据处理 不同寄主间的卵和若虫发育历期、存活率差异,均采用DPS软件中的Duncan新复极差法和多重比较进行分析。在羽化后当天内死亡或没有产卵的雌成虫不进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同寄主植物对条沙叶蝉卵和若虫发育历期的影响

由表1可以看出,在寄主植物狗尾草上,条沙叶蝉卵的发育历期极显著高于在小麦和玉米上,在玉米上的发育历期最短。条沙叶蝉若虫在3种寄主植物上发育均为5龄,但不同寄主植物上若虫各龄发育历期间均有差异,其中狗尾草上的1龄若虫发育历期最短(2.50 d),小麦上最长(3.50 d);但小麦上2~5龄若虫的发育历期均较在其他两种寄主上短;5龄若虫在3种寄主植物间的发育历期存在极显著差异。条沙叶蝉在小麦上从卵到成虫的发育历期与在玉米、狗尾草上存在极显著差异,取食狗尾草的发育历期最长,达27.50 d,玉米次之,小麦最短,为23.33 d。

表 1 25 ℃下 3 种寄主植物上条沙叶蝉卵和若虫发育历期的比较

Table 1 Developmental period of eggs and nympha of *P. striatus* L. on three host plants at 25 ℃

d

寄主 Host	发育历期 Development period						
	卵 Eggs	1 龄 Instar1	2 龄 Instar2	3 龄 Instar3	4 龄 Instar4	5 龄 Instar5	卵—成虫期 Cumulative period
小麦 Wheat	8.78 bB	3.50 aA	2.26 bA	2.17 bA	2.74 bB	3.79 cC	23.33 bB
玉米 Corn	8.67 bB	2.67 bB	2.72 abA	2.78 aA	3.22 abAB	6.33 aA	26.39 aA
狗尾草 Green foxtail	9.67 aA	2.50 bB	2.83 aA	2.71 aA	3.75 aA	5.39 bB	27.50 aA
<i>F</i>	5.405	13.013	4.975	5.788	6.780	47.223	35.365
<i>df</i>	2,32	2,32	2,32	2,36	2,37	2,39	2,45
<i>P</i>	0.009 5	0.000 1	0.013 1	0.006 6	0.003 1	0.000 1	0.000 1

注:同列数据后标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。 F 是组内均方与组间均方的商, df 表示自由度, P 表示显著水平。下表同。

Note: Table entries followed by the different lower case letters in column indicate significantly different ($P<0.05$), the different capital letters in column indicate very significantly different ($P<0.01$). F is the quotient of mean squares within group and mean squares between groups, df indicate degree of freedom, P indicate level of significance. The same below.

2.2 不同寄主植物对卵孵化率和若虫存活率的影响

表 2 结果表明,条沙叶蝉取食不同食料寄主植物后,卵孵化率有显著差异,其中在小麦上卵孵化率显著高于其他两种寄主,而在玉米上的卵孵化率最低。条沙叶蝉 1、2 龄若虫分别取食 3 种寄主植物后,存活率间无显著差异;3、4 龄若虫取食狗尾草后

的存活率与取食小麦和玉米相比差异显著,而取食小麦和玉米间的存活率差异不显著;5 龄若虫取食狗尾草后的存活率与取食小麦相比差异显著,而与取食玉米相比差异不显著(表 2)。在狗尾草上,条沙叶蝉各龄若虫存活率均最低,总若虫期存活率也最低,取食小麦时总若虫期存活率最高,取食玉米时次之。

表 2 25 ℃下 3 种寄主植物上条沙叶蝉的卵孵化率及若虫成活率

Table 2 Survival rate of immature stages of *P. striatus* L. on three host plants at 25 ℃

%

寄主 Host	卵孵化率 Eggs hatchability	存活率 Survival rate					
		1 龄 Instar 1	2 龄 Instar 2	3 龄 Instar 3	4 龄 Instar 4	5 龄 Instar 5	若虫期 Instar 1-5
小麦 Wheat	91.62 aA	96.16 aA	95.93 aA	93.86 aA	90.63 aA	95.05 aA	74.47 aA
玉米 Corn	63.56 cB	92.78 aA	95.66 aA	93.13 aA	85.79 aA	77.27 abA	55.00 bA
狗尾草 Green foxtail	84.45 bA	87.55 aA	88.64 aA	80.91 bA	63.89 bB	44.44 bA	17.22 cB
<i>F</i>	108.691	1.994	3.169	4.308	31.496	5.780	34.637
<i>df</i>	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
<i>P</i>	0.000 1	0.216 8	0.115 0	0.049 2	0.000 7	0.039 9	0.000 5

2.3 不同寄主植物对条沙叶蝉种群参数的影响

在相同试验温度和光照条件下,根据单体各发育阶段的连续饲养观察结果,组建 25 ℃恒温条件下

条沙叶蝉实验种群在不同寄主植物上的特定时间生命表,计算其生命表参数,结果见表 3。

表 3 25 ℃下条沙叶蝉取食 3 种寄主植物生命参数的比较

Table 3 Comparison of life table parameters of *P. striatus* L. on three host plants at 25 ℃

寄主 Host	参数 Parameters				
	r_m	λ	R_0	T	t
小麦 Wheat	0.052 3	1.053 7	6.106 7	34.580 7	13.253 3
玉米 Corn	0.018 6	1.018 8	1.935 3	35.588 5	37.266 0
狗尾草 Green foxtail	0.010 2	1.010 3	1.480 9	38.340 3	67.955 6

由表 3 可见, $r_m>0$,说明种群数量在所选取的 3 种寄主植物上都呈上升趋势。当条沙叶蝉取食小麦时,净增值率(R_0)、内禀增长力(r_m)和周限增长率(λ)均最大,分别为 6.106 7、0.052 3 和 1.053 7,平均世代周期(T)和种群加倍时间(t)最短,分别为 34.580 7 和 13.253 3 d;而在玉米和狗尾草上,其净

增值率、内禀增长力和周限增长率较小,平均世代周期和种群加倍时间较长。综合分析可以看出,小麦最适条沙叶蝉种群增长,其次为玉米、狗尾草。

2.4 不同寄主植物对条沙叶蝉存活率的影响

根据不同寄主植物上特定时间实验种群的生命表数据,以成、若虫发育时间为横轴,以条沙叶蝉种

群存活率为纵轴,绘制其在不同寄主植物上的存活曲线图(图 1)。

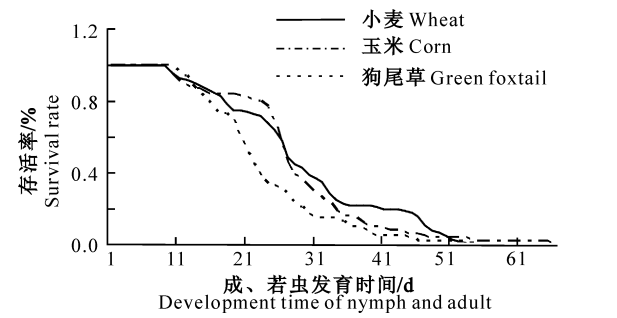


图 1 3 种寄主植物上条沙叶蝉的存活曲线
Fig. 1 Survival curves of *P. striatus* L. on three host plants

从图 1 可以看出,以小麦为寄主植物时,条沙叶蝉的存活曲线基本符合Ⅱ型;取食玉米时,其存活曲

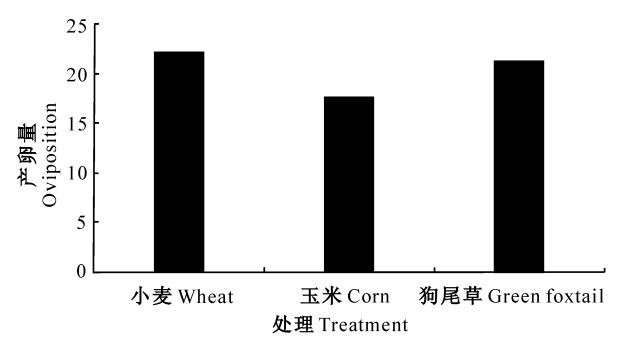


图 2 25 °C 下条沙叶蝉雌成虫在 3 种寄主植物上的产卵量
Fig. 2 Oviposition of *P. striatus* L. females on 3 host plant at 25 °C

条沙叶蝉雌成虫在不同寄主上的产卵期不同。在狗尾草上取食,条沙叶蝉雌成虫产卵期小于 25 d;而在小麦和玉米上取食,条沙叶蝉雌成虫产卵期均达到 26 d 以上。

3 讨论

寄主对昆虫种群生长、繁殖及种群数量有明显影响^[9-12]。本研究结果表明,不同寄主植物对条沙叶蝉的发育历期、存活率、成虫寿命及产卵量均有明显影响,小麦最适于条沙叶蝉种群增长,其次为玉米和狗尾草。

在甘肃庆阳,小麦收割后条沙叶蝉迁至秋作及杂草上繁殖危害,秋播小麦出苗后又迁回麦田危害。可见,禾本科杂草对条沙叶蝉种群的繁衍起着重要作用。本研究选择禾本科杂草狗尾草作为试验寄主,结果表明,条沙叶蝉能够在该杂草上完成全世代

发育和繁殖,这为通过防除杂草来防治条沙叶蝉或者直接防治杂草地的条沙叶蝉提供了依据。

线介于Ⅰ型和Ⅱ型之间;以狗尾草为寄主植物时,其存活曲线属Ⅲ型。这表明在不同寄主植物上,条沙叶蝉的存活曲线不同。相对于其他两种寄主植物,条沙叶蝉幼年时在狗尾草上死亡率尤其突出,即使如此,因为条沙叶蝉大量死亡出现在产卵后,所以其在狗尾草上仍可顺利完成正常的生命周期。

2.5 不同寄主植物对条沙叶蝉雌成虫繁殖力的影响

由图 2 可以看出,寄主植物对条沙叶蝉雌成虫的产卵量有一定影响,其中雌成虫在小麦上取食时平均每雌产卵量(22.18 粒)最高,在狗尾草上(21.25 粒)次之,在玉米上(17.63 粒)最低。由图 3 可以看出,取食玉米、狗尾草的雌成虫无明显的产卵高峰期,而在小麦上产卵高峰出现在第 11 天。条沙叶蝉雌成虫在小麦上平均每雌每天最大产卵量为 2.112 粒,在玉米和狗尾草上均低于 1.78 粒。

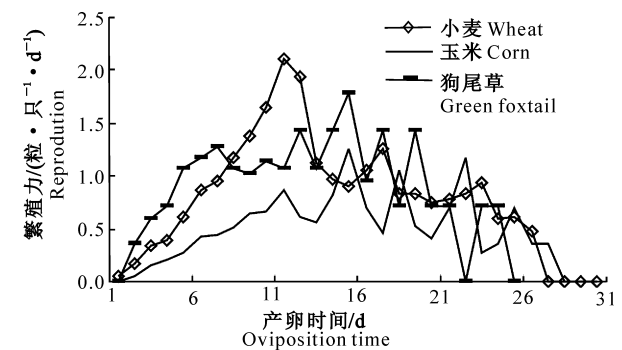


图 3 条沙叶蝉雌成虫特定年龄的繁殖力
Fig. 3 Age-specific oviposition observed for *P. striatus* L. females

发育和繁殖,这为通过防除杂草来防治条沙叶蝉或者直接防治杂草地的条沙叶蝉提供了依据。

康宁等^[13]曾报道,条沙叶蝉在新疆玉米田严重成灾;相建业^[3]报道,条沙叶蝉在玉米上不能完成全世代发育。本试验结果表明,条沙叶蝉在玉米上能完成全世代发育,但产卵量较低。这可能与玉米品种不同有关,有待进一步研究明确。

内禀增长力(r_m)是反映物种繁殖能力的一个重要指数,其既考虑到种群的出生率和死亡率,又涉及到种群的年龄组配、产卵力及发育速度等因素,因此能敏感地反映环境条件的细微变化对种群的影响,为不同寄主条件下昆虫种群丰盛度的比较研究提供了重要理论依据。本试验结果表明,条沙叶蝉在小麦上具有较短的发育历期、较低的死亡率和较大的产卵量,并具有较高的内禀增长力(r_m)、较大的净增殖率(R_0)和周限增长率(λ)以及较小的种群加倍时

间(t),即寄主小麦适合于条沙叶蝉种群的生长发育及繁殖。条沙叶蝉在狗尾草、玉米上的发育历期长,存活率低,产卵量小,导致内禀增长力很小,即这两种寄主植物不太适合于条沙叶蝉的生长与繁殖。

[参考文献]

[1] 相建业,朱象三,刘绍友.条沙叶蝉生物学与生态学研究[J].植物保护学报,1996,23(4):327-332.
Xiang J Y,Zhu X S,Liu S Y. Studies on bionomics of *Psammotettix striatus* (L.) [J]. Journal of Plant Protection, 1996, 23 (4): 327-332. (in Chinese)

[2] 相建业,张秦风,罗国正.小麦兰矮病介体条沙叶蝉传毒特性研究[J].陕西农业科学,1994(5):4-6.
Xiang J Y,Zhang Q F,Luo G Z. Studies on transmission characteristics of vector leafhopper *Psammotettix striatus* (L.) of wheat blue dwarf disease [J]. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 1994(5): 4-6. (in Chinese)

[3] 相建业.小麦兰矮病介体条沙叶蝉重要生物学、生态学及传毒特性研究[D].陕西杨凌:西北农业大学,1994:38-39,60.
Xiang J Y. Studies on main biology, ecology and transmission characteristics of vector leafhopper *Psammotettix striatus* of wheat blue dwarf disease [D]. Yangling, Shaanxi: Northwestern Agricultural University, 1994: 38-39, 60. (in Chinese)

[4] 许玉娟,崔爱民,宁东贤.条沙叶蝉与小麦红矮病[J].小麦研究,2005,26(2):22-24.
Xu Y J,Cui A M,Ning D X. *Psammotettix striatus* (L.) and wheat red dwarf virus [J]. Journal of Wheat Research, 2005, 26 (2): 22-24. (in Chinese)

[5] 李小珍,刘映红,田艳.六种寄主植物对二点叶蝉生长发育和繁殖的影响[J].应用生态学报,2004,15(8):1431-1434.
Li X Z,Liu Y H,Tian Y. Effects of six host plants on the development and fecundity of *Cicadulina bipunctella* [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2004, 15(8): 1431-1434. (in Chinese)

[6] 江昌木,艾洪木,赵士熙.不同寄主营养条件下的瓜实蝇实验种

群生命表[J].福建农林大学学报:自然科学版,2006,35(1):24-28.

Jiang C M,Ai H M,Zhao S X. Life tables of the melon fly laboratory population reared on various host fruits [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University: Natural Science Edition, 2006, 35(1): 24-28. (in Chinese)

[7] 蔡双虎,程立生,沙林华.二斑叶螨在5种寄主植物上的实验种群生命表组建分析[J].热带作物学报,2003,24(4):43-47.
Cai S H,Cheng L S,Sha L H. Establishment and analysis of life table for experimental population of Two-Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae* Koch) on 5 host plants [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2003, 24(4): 43-47. (in Chinese)

[8] 牛永浩,花蕾,相建业.二斑叶螨实验种群生命表的组建与分析[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(3):108-110.
Niu Y H,Hua L,Xiang J Y. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on apple plant [J]. Jour of Northwest Sci-Tech Univ of Agri and For: Nat Sci Ed, 2006, 34(3): 108-110. (in Chinese)

[9] Tsai J H. Development, survivorship, and reproduction of *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae) on eight host plants [J]. Environ Ent, 1998, 27: 1190-1195.

[10] Tsai J H,Liu Y H. Biology of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) on four host plants [J]. J Econ Ent, 2000, 93(6): 1721-1725.

[11] Tsai J H,Wang J J. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraeicola* (Homoptera: Aphididae) [J]. Environ Ent, 2001, 30(1): 44-50.

[12] Yue B S,Tsai J H. Developments, survivorship and reproduction of plant pollens and temperatures [J]. Biol Control, 1996, 25(2): 488-494.

[13] 康宁,胡正远.条沙叶蝉的初步观察[J].新疆农业科学,1982(5):15-16.
Kang N,Hu Z Y. Sinvestigative report of *Psammotettix striatus* (L.) [J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 1982(5): 15-16. (in Chinese)