

温度对小麦上玉米蚜种群增长的影响^{*}

王永宏, 仵均祥, 苏 丽

(西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 研究了温度对玉米蚜种群存活率、生殖率及内禀增长率的影响, 同时测定了不同温度条件下玉米蚜的种群净增殖率、周限增长率、种群倍增时间及稳定年龄组配等种群参数。结果表明, 在 10、35℃ 条件下, 玉米蚜若蚜的死亡率较高, 特别是 4 龄若蚜; 随着温度的升高, 成蚜的存活率降低, 产仔期变短, 内禀增长率和周限增长率逐渐增大, 世代平均发育历期和种群倍增时间逐渐缩短; 15~25℃ 时的产仔量显著高于 10 和 30℃。25℃ 最适宜玉米蚜的生长、发育和繁殖, 其种群增长最快。

[关键词] 玉米蚜; 温度; 种群增长

[中图分类号] S435.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)03-0111-04

玉米蚜 (*Rhopalosiphum maidis* Fitch) 是禾谷类作物的主要害虫, 可以直接刺吸危害禾谷类作物, 而且可以传播大麦黄矮病毒 (BYDV)、玉米花叶条纹病毒 (MMSV)、玉米叶斑病毒 (MLSV) 等, 若引起病害流行, 其损失则更大。20 世纪 80 年代以前, 玉米蚜在陕西几乎无成灾记录。近年来, 随着作物布局、耕作制度及气候条件的变化, 玉米品种的更替和多样化, 玉米蚜的发生危害逐渐加重, 个别地区已猖獗成灾。国外从 50 年代就将玉米蚜作为禾谷类作物的重要害虫进行了全面的研究^[1-3], 而国内对玉米蚜的研究起步较晚, 且研究内容主要局限于防治技术方面^[4-7], 在生物学及生态学方面的研究仅是对玉米蚜的发生规律做了简单的观察记载^[6]。鉴于此, 笔者于 1997~1999 年对玉米蚜的生态学特性进行了研究, 初步明确了温度对玉米蚜种群增长的影响, 现将结果整理如下。

1 材料与方法

1.1 虫源

10 月下旬在麦田中采集玉米蚜成、若蚜带回室内, 在 20℃ 左右条件下用活体麦苗饲养, 待成蚜产仔后, 用毛笔轻轻将若蚜转移到另外的麦苗上继续饲养。如此连续转移 3~5 次, 以保证供试蚜虫不带病毒, 其后再大量繁殖。挑选成蚜若干头, 转入不同温度的小室, 适应 24 h 后, 将其所产若蚜作为供试虫源。

1.2 供试寄主

以小麦品种小偃 503 为供试寄主, 于 10 月上旬在室外直播, 接蚜前 2 d 将麦苗移入直径 20 cm, 高 18 cm 的花盆中, 搬入温室中供饲养蚜虫用。

1.3 试验条件

试验于人工气候室中进行, 设 10、15、20、25 和 30℃ 5 个温度梯度 (温度对玉米蚜若蚜存活的影响增设 35℃ 处理)。用控温仪控制温度, 温度波动范围在 ± 1.0 ℃ 以内。以电热丝作为热源。用瓷盘盛水置于气候室, 使室内相对湿度保持在 60%~80%。用 8 支 40 W 的日光灯作光源, 维持光周期为昼=夜=16:8 h。

1.4 试验方法

将初产若蚜用直径为 0.7 cm 的微形纱网罩夹于麦苗叶片上进行个体饲养。每温度处理接蚜虫 60 头, 每天 8:00~24:00 间隔 4 h 定时检查蚜虫的蜕皮、死亡数, 并随时移去蚜蜕和死蚜。进入成蚜后记载成蚜翅型、开始产仔时间及产仔情况, 并随时移去若蚜, 直至成蚜死亡为止。试验期间供试麦苗不定期更换, 以保持寄主的营养状况基本一致。

1.5 种群参数统计方法

内禀增长率	$r_m = \ln R_0 / T$;
世代平均发育历期	$T = \sum x l_{xm} x / \sum l_{xm} x$;
种群净增殖率	$R_0 = \sum l_{xm} x$;
周限增长率	$\lambda = e^{r_m}$;
种群倍增时间	$t = \ln 2 / r_m$;

* [收稿日期] 2001-12-30

[作者简介] 王永宏 (1968-), 男, 陕西凤翔人, 助理研究员, 主要从事农药毒理学研究。

各年龄组比例 $C_x = l_x e^{-r_m \Delta} / \sum l_x e^{-r_m \Delta}$;
其中, l_x 为存活率, m_x 为单位时间平均产仔率。

2 结果与分析

2.1 温度对玉米蚜若蚜存活的影响

由表 1 可见, 在 10 和 35 ℃ 时, 若蚜的存活率仅

为 13.6% 和 36.3%, 显著低于 15~30 ℃ 时的存活率(62.8%~84.9%)。4 龄若蚜在 10 和 35 ℃ 时死亡率较高, 这说明 4 龄若蚜对不适温度的适应能力较差, 这可能是由从 4 龄若蚜向成蚜的发育过程中的一些主要的生理变化所引起的。

表 1 不同温度下玉米蚜若蚜的存活率

Table 1 The survival rate of <i>R. maidis</i> at different temperature %					
温度/ Temperature	1 龄 Instar 1	2 龄 Instar 2	3 龄 Instar 3	4 龄 Instar 4	全若期 Period of nymph
10	70.4	77.2	82.7	30.4	13.6
15	93.0	94.8	100.0	96.3	84.9
20	75.2	91.6	96.4	100.0	66.4
25	82.5	93.9	96.8	97.2	72.9
30	80.0	95.2	93.5	88.2	62.8
35	87.2	84.6	72.4	68.0	36.3

2.2 温度对玉米蚜成蚜存活及繁殖的影响

从图 1 和表 2 可以看出, 随着时间的推移, 成蚜的存活率降低。在 15 和 20 ℃ 条件下, 成蚜羽化后 15 和 10 d 内没有死亡。在 30 ℃ 时存活曲线下

降较快, 说明高温下玉米蚜的死亡率较高, 不适于玉米蚜的存活。15~30 ℃ 成蚜的最长寿命分别为 42, 39, 26 和 18 d。

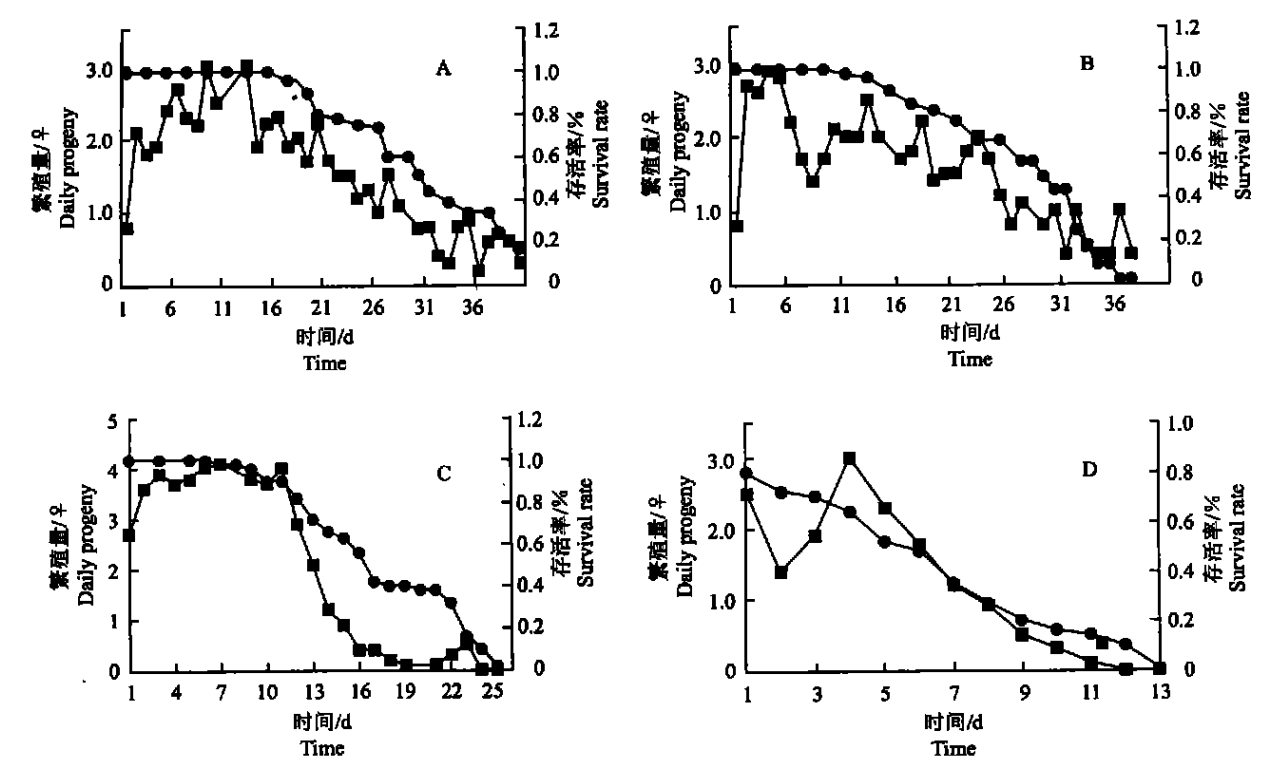


图 1 不同温度下玉米蚜的存活率及繁殖动态

Fig 1 The survival rate and reproductive dynamic of *R. maidis* in different temperature
- · - · - Survival rate; - - - Daily progeny/♀ A. 15 , B. 20 , C. 25 , D. 30

表 2 不同温度下玉米蚜的繁殖特征

Table 2 The fecundity characteristics of *R. maidis* at different temperature

温度/ Temperature	蚜型 Aphid morpha	产仔期/d Fecundity period	产仔量/♀ Progeny	日产仔量/♀ Daily progeny
10	Ap	31.2	25.0	0.8
	A1	21.8	24.0	1.1
15	Ap	19.3	44.4	2.3
	A1	23.1	43.8	1.9
20	Ap	6.5	39.6	2.4
	A1	13.4	32.1	2.4
25	Ap	15.1	38.5	2.5
	A1	11.0	35.1	3.2
30	Ap	9.9	24.8	2.5
	A1	8.3	11.1	1.3

注: Ap 表示无翅蚜; A1 表示有翅蚜。

Note: Ap, apteral aphid; A1 alated aphid

大多数成蚜在羽化后 24 h 开始产仔。每头雌蚜每天的产仔量随时间而变化。不同温度下玉米蚜都有一产仔高峰,但峰值的大小及峰的位置不同。在 15、20、25、30 条件下繁殖高峰出现在成蚜羽化后 4~9 d,最大每头雌蚜日繁殖量分别为 3.0、2.9、4.1 和 3.0 头。随温度的升高,玉米蚜的产仔期变短;15~25 产仔量的变化较小。在相同温度下,无翅蚜的产仔期一般较有翅蚜长,产仔量也比有翅蚜大。

2.3 温度对玉米蚜种群内禀增长率(r_m)的影响

根据试验所得资料组建玉米蚜的生殖生命表,依据生命表计算各种群增长参数见表 3。

由表 3 可以看出,内禀增长率(r_m)和周限增长率(λ)逐渐增大,在 25 达最大;世代平均发育历期(T)和种群倍增时间(t)逐渐缩短,在 30 时 T 最短,25 时 t 最短。这说明,在 25 左右,尽管种群净增殖率(R_0)不为最大,但综合来看,玉米蚜种群在此时增长最快。而在 30 时, r_m 值又变小,但 $r_m > 0$,这说明高温对玉米蚜种群增长不利,但在 30 时种

群仍处于增长阶段,即玉米蚜是比较耐高温的。在 20 以下时,温度对玉米蚜种群的影响主要是延长了世代平均发育历期,在 30 时主要是减少了生殖量,即在低温下玉米蚜的发育历期延长,高温下玉米蚜的生殖量减少。随着温度的升高,成蚜所占的比例逐渐增大,在 25 时达到最大,在 30 时有所下降,而若蚜所占的比例最大。

通过进一步研究发现,内禀增长率 r_m 随温度的升高而逐渐增大,但其增大的速率逐渐减小。用多项式拟合这一关系可得

$$r_m = -0.1878609 + 0.037t - 0.001t^2,$$

$$R = 0.9411343 (p = 0.0186)$$

对上式求其一阶导数,并令其等于零,则有

$$0.002t = 0.037,$$

$$t = 18.50。$$

即在温度为 18.50 时,玉米蚜试验种群的 r_m 最大。

表 3 不同温度下玉米蚜的种群增长参数

Table 3 Population increasing parameter of *R. maidis* at different temperature

温度/ Temperature	内禀增长率 Intrinsic rate of increase	世代平均发育历期/d Mean generation time	种群净增殖率 Net reproduction rate	周限增长率 Finite rate of increase	种群倍增时间 Population doubling time	成蚜所占比例/% Mature aphid proportion	若蚜所占比例/% Immature aphid proportion
10	0.1165	26.04	20.87	1.124	5.95	6.2	93.8
15	0.2397	13.83	27.53	1.271	2.89	7.6	92.4
20	0.2494	12.54	22.82	1.283	2.78	8.4	91.6
25	0.3844	7.91	20.91	1.469	1.80	10.1	89.9
30	0.3348	6.30	20.24	1.398	2.07	9.2	90.8

3 讨论

种群的内禀增长率取决于物种的遗传特性,也随外界环境条件的改变而改变。它不仅考虑了种群

的出生率、死亡率,同时还将年龄结构、发育速率、世代平均发育历期等因素包括在内,能敏感地反映环境条件的细微变化^[8]。因此,本文在研究温度对玉米蚜种群增长的影响时,用内禀增长率作为比较指标。

在 25℃ 时玉米蚜的发育速率最快,若蚜的存活率较高,成蚜的繁殖量较大,因此内禀增长率最大(0.384 4);10℃ 时玉米蚜的发育历期延长,若蚜的存活率最小,成蚜繁殖量减少,其结果是内禀增长率减小(0.116 5);在 15 和 20℃ 时,玉米蚜的繁殖量和若蚜的存活率高于 25℃,但内禀增长率小于 25℃(0.239 7, 0.249 4)。内禀增长率的减小,可能是由于在此温度条件下若蚜的发育历期和成蚜的繁殖期较长所致。这也导致了较长的世代平均发育历期(13.83, 12.54 d)。在 30℃ 时,玉米蚜的繁殖量较小,但内禀增长率较高(0.334 8),这可能是由于若蚜的发育历期和成蚜的繁殖期较短,使世代平均发育历期(6.3 d)缩短。

试验中拟合的 r_m 最大时的温度为 18.5℃,这与试验所得 25℃ 时 r_m 最大相矛盾,这可能是由于不同温度下初产若蚜的大小有别,因而按常规方法

组建生命表求得的 r_m 与实际情况差异较大^[9]。如高温下,蚜虫日产蚜量多,但个体较小,使得生命表中的 r_m 值较大。已知 r_m 主要与净增殖率和世代平均发育历期有关,即 $r_m = \ln R_0 / T$,但大量试验表明,体型大小与世代平均发育历期长短变化比净增殖率的变化更敏感^[9],这使得 r_m 与实际情况差异较大,因而以此为依据拟合的 r_m 最大时的温度和实际求得的有较大差距。

一般认为 r_m 值越大,若蚜所占的比例越大,但本研究的结果与之相异:随着 r_m 的增大,若蚜所占的比例反而逐渐减小。这可能是由于玉米蚜受温度的影响较大,在适宜的温度下,种群的增长率增大,但其发育速率也加快,若蚜进入成蚜期的时间也随之提前;同时,成蚜的产仔高峰期也提前,峰后生殖期相对延长,使得成蚜比例增大而若蚜比例减小。

[参考文献]

- [1] Cart J J. On the biology of the corn leaf aphid[J]. Journal of Economic Entomology, 1957, 50: 110- 112
- [2] Singh S R, Painter R H. Effect of temperature and plants on progeny production of four biotypes of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis*[J]. Journal of Economic Entomology, 1964, 57: 348- 350
- [3] Elliott N C, Kieckhefer R W, Walgenbach D D. Effect of constant and fluctuating temperature on developmental rate and demographic statistics for the corn leaf aphid (Homoptera: Aphididae)[J]. Journal of Economic Entomology, 1988, 81: 1383- 1389
- [4] 尊彦. 关于玉米蚜的研究进展——兼谈玉米害虫综合治理[J]. 农牧情报, 1992, (4): 46- 48
- [5] 李学武. 玉米蚜的观察[J]. 植物保护, 1982, 8(2): 12
- [6] 赵恒川. 玉米蚜发生规律及防治[J]. 山东农业科学, 1984, (2): 54- 55
- [7] 蒋仁棠. 氧化乐果等药剂涂茎防治玉米蚜试验[J]. 山东农业科学, 1987, (3): 4
- [8] 徐汝梅. 昆虫种群生态学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987.
- [9] 赵惠燕, 汪世泽. 温度对萝卜蚜生长发育的影响[J]. 生态学报, 1990, (3): 208- 213

Effect of temperature on the population increase of corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis*) on wheat

WANG Yong-hong, WU Jun-xiang, SU Li

(College of plant protection, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Shaanxi, Yangling 712100, China)

Abstract: In this paper, the effect of temperature on the survival rate, fecundity rate and intrinsic increasing rate of corn leaf aphid (*R. maidis* Fitch) was studied. At the same time, the parameters of net reproduction rate (R_0), finite increase rate (λ), doubling increase time (t) and the stable age distribution of the population were calculated. The result showed that the mortality rate of immature aphid, especially the 4th instar was higher at 10 and 35℃, with temperature increasing, the survival rate of mature aphid would decrease, fecundity period would shorten, intrinsic rate of increase and finite increase rate would be improved, net reproduction rate and doubling increase period would also shorten. At 15- 25℃, the progeny was higher than that at 10 and 30℃. The optimum temperature of the growth, development and fecundity of the aphid was at 25℃. So the population increase of the aphid was the faster at this condition.

Key words: corn leaf aphid (*R. maidis* Fitch); temperature; population increase