

温度对二双斑唇瓢虫实验种群的影响

任顺祥 郭振中 熊继文

(贵州农学院植物保护系, 贵阳)

摘 要

本文研究了温度对二双斑唇瓢虫发育和种群增长的影响, 结果表明, 二双斑唇瓢虫发育的最适温度为18—23℃, 临界最低温度为5℃左右, 临界最高温度为38—41℃。在17—31℃温度范围内, 以25℃的存活率最高, 以31℃的存活率最低。越冬成虫的抗寒性较强, 1985年越冬期间的过冷点温度平均为-4.26—-5.8℃。测得在室温下二双斑唇瓢虫的内禀增长率(r_m)为0.0402, 周限增长率(λ)为1.0410, 净增殖率(R_0)为89.63, 世代平均时间为111.76天。

关键词: 二双斑唇瓢虫, 发育速率, 内禀增长率, 过冷点。

二双斑唇瓢虫(*Chilocorus bijugus* Mulsant)属瓢虫科盗唇瓢虫亚科, 在贵阳地区柑桔园内是捕食矢尖蚧的优势种, 探讨温度对二双斑唇瓢虫的影响, 对了解其自然种群的消长, 合理地加以保护利用具有重要意义。本文就温度对二双斑唇瓢虫实验种群影响的试验结果报道如下。

一、材料和方法

选用17°、19°、22°、25°、28°、及31°±1℃ 6个温区, 用定时开关钟控制12小时的光照、光源为一支3瓦日光灯管, 设2次重复。

把二双斑唇瓢虫当天所产的卵移入小有机玻璃养虫盒(内径78毫米, 高35毫米)内, 用湿棉球保湿, 每次处理150粒卵, 卵孵化期间每天观察两次(8:00和20:00), 记载孵化卵粒数。幼虫期用原温度中孵化的幼虫50头, 在大培养皿(内径120毫米, 高15毫米)中用矢尖蚧饲养, 两天换一次料, 每天记载蜕皮、化蛹、羽化和死亡情况。

在二双斑唇瓢虫越冬期间, 分期从田间采回越冬成虫, 用温差热电偶装置测定其过冷却点和冰点温度, 以考查其耐寒性。

二、结果与讨论

1. 温度对二双斑唇瓢虫发育的影响

由1表可知, 二双斑唇瓢虫的不同发育阶段所要求的适宜温度范围各异。卵期在17—28℃范围内, 随着温度的增加, 发育历期逐渐缩短, 但温度升到31℃时, 历期反而延长。幼虫期在17—31℃范围内, 随着温度的升高发育加快, 其中一、二龄幼虫, 在温度达31℃时, 历期反而延长。蛹期在17—31℃范围内, 随温度的升高发育加快。产卵前期在19—28℃

本文于1989年2月23日收到。

表 1 二斑唇瓢虫在不同温度下各发育阶段的历期(天)

Table 1 Duration of each developmental stage for *Chilocorus bijugus* at constant temperatures

温度(℃)	历期	卵 期	一 龄	二 龄	三 龄	四 龄	全幼虫期	蛹 期	产卵前期	世 代
17		14.8	6.13	6.44	9.12	14.84	36.04	19.26		
19		13.57	6.33	6.43	6.80	8.40	25.50	15.83	34	88.90
22		9.25	4.13	4.46	5.33	8.00	21.05	12.83	30	73.13
25		7.16	3.52	3.21	5.06	6.86	19.93	9.83	24	60.92
28		6.31	3.26	2.72	3.36	5.79	15.60	8.43	19	49.34
31		8.70	3.63	2.80	3.00	4.78	14.27	8.00		

范围内逐渐变短。

根据有效积温法则,昆虫为了完成发育,需要一定的温热积累。发育所需的时间(D)与该时间内的有效温度(超过发育零点 T_L 以上的温度)($T - T_L$)的乘积在理论上应为一个常数即

$$D \cdot (T - T_L) = K \quad (K \text{——有效积温})$$

若用平均发育速度 $V = 1/D$ 表示,则有

$$T = T_L + KV(T)$$

Davidson(1944)提出了一种拟合发育速度与温度关系的Logistic曲线,其公式为:

$$V = K / (1 + e^{a-bT})$$

这里 a 、 b 、 K 均为常数。

根据表 1 中的资料,二斑唇瓢虫各发育阶段的发育速率 (V) 与温度 (T) 的关系见图 1

上述 Logistic 关系符合有机体发育速率的增长指数在低温下随温度的增加而升高,高温下随温度的增加而降低的经验观察,但未能反映出高温下发育速率下降的特性。

王如松等(1982)提出昆虫发育速率与温度关系的数学模型为^[1]:

$$V = \frac{K}{1 + e^{-r(T-T_0)}} (1 - e^{-\frac{T-T_L}{\delta}}) (1 - e^{-\frac{T_H-T}{\delta}})$$

式中, K 为高温下潜在的饱和发育速度,等于最适发育速度的 2 倍, r 为发育速率随温度变化的指数增长率; T_L 、 T_H 各为最低、最高临界温度; T_0 为最适发育温度; δ 为边界层宽度,其相对大小反映了昆虫对极端温度的不同忍耐程度。

根据表 1 中的数据,用该方程拟合的各参数值见表 2。可见,二斑唇瓢虫的最适发育温度为 18—23℃,临界最低温度为 5℃,临界最高温度为 38—41℃。

表 2 二斑唇瓢虫发育速率与温度关系的参数估计

Table 2 Parameter estimates of developmental rate and temperature of each stage for *Chilocorus bijugus*

发育阶段	参数值	k	r	T_0	T_L	T_H	δ	误差
卵 期		0.1888	0.2251	18.9129	5.0542	39.3782	5.3869	0.0040
幼 虫 期		0.0897	0.1741	20.2228	4.9764	40.3890	4.7679	0.0082
蛹 期		0.1690	0.1676	22.2017	4.9290	40.3890	3.4863	0.0032
世 代		0.0232	0.2131	19.3643	5.0941	38.0882	5.4321	0.0045

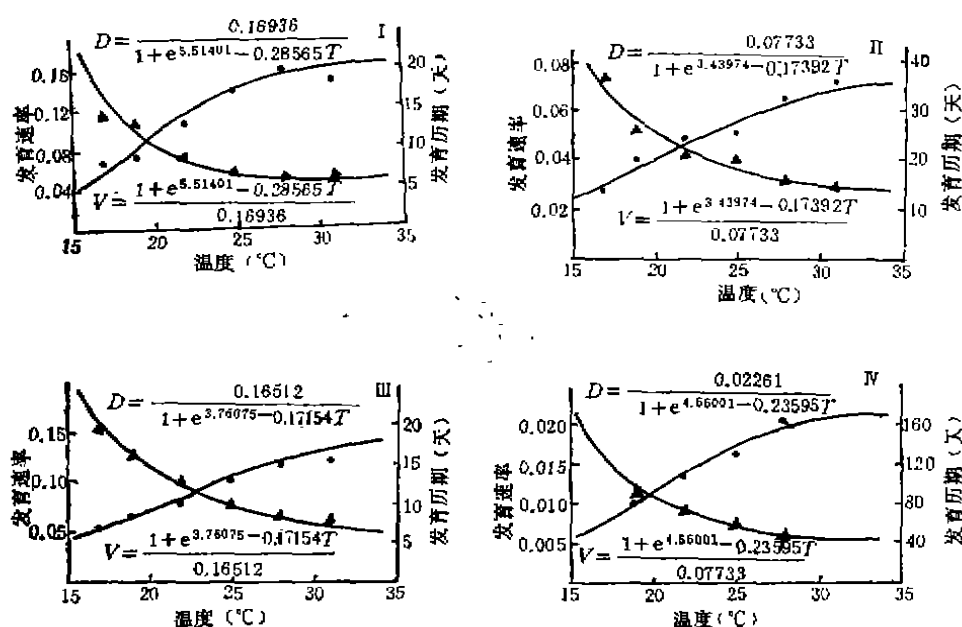


图1 二双斑唇瓢虫发育与温度的关系

I. 卵期, II. 幼虫期, III. 蛹期, IV. 世代

Fig.1 Relationship between developmental rate and temperatures of *Chilocorus bijugus*

2. 温度对二双斑唇瓢虫存活的影响

图2表明: 在17—31℃范围内, 25℃时各虫态存活率最高, 31℃存活率最低。

3. 二双斑唇瓢虫的抗寒性测定

从表3中可见, 二双斑唇瓢虫的过冷却点温度以1月份为最低, 平均为-5.6℃, 个别成虫可低至-8.21℃。方差分析表明, 不同越冬期间期的过冷却点温度无显著差异($F = 1.2331, P > 0.05$) 但总的趋势是随着气温的逐渐降低, 过冷却点温度也逐渐降低, 其抗寒力增强, 有利于越冬。结合贵阳地区的气象情况, 1986年和1987年日最低极端温度分别为-4.9℃和-3℃, 推测二双斑唇瓢虫能在该地安全越冬。

4. 室温下二双斑唇瓢虫种群繁殖特征生命表

二双斑唇瓢虫世代重叠, 在每一时刻几乎都可以观察到不同虫态或同一虫态的不同年龄个体。为了阐明与种群结构及年龄组配有关的生殖与死亡率之间的关系, 同时反映时滞个体对种群动态的作用, 根据实验室饲养资料, 组建了室温下二双斑唇瓢虫种群生殖力表如表4。

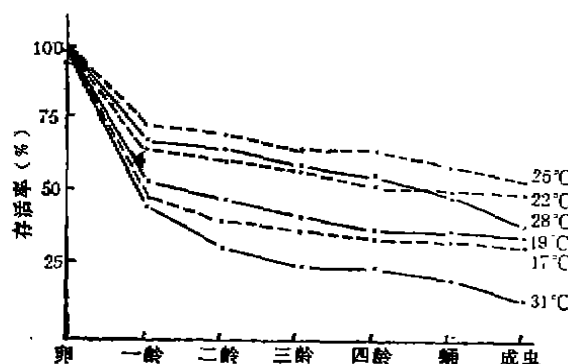


图2 二双斑唇瓢虫在不同温度下的存活曲线

Fig.2 Survival curves of each stage of *Chilocorus bijugus* at different temperatures

表 3 越冬期间二斑唇瓢虫成虫的冷却点和冰点温度(℃)
Table 3 Supercooling point and freezing point of *Chilocorus bijugus* adult at overwintering period

温 度	1985年			1988年	
	11月12日	12月5日	12月15日	1月5日	2月15日
过冷却点	-4.39	-4.90	-5.12	-5.60	-4.62
结冰点	-3.17	-2.69	-3.10	-4.59	-2.39

表 4 实温下二斑唇瓢虫的种群生命表
Table 4 Life table of *Chilocorus bijugus* adult at normal atmospheric temperature((20—24.5℃))

X	L_x	M_x	$L_x M_x$	$L_x M_x X$	X	L_x	M_x	$L_x M_x$	$L_x M_x X$
0	1.000				122	0.507	5.16	2.4140	314.9883
.	.				125	0.507	4.07	2.0837	254.8861
.	.				128	0.507	2.58	1.3070	165.3362
68	0.563	0	0	0	131	0.507	4.03	2.0408	264.2788
71	0.563	0.20	0.1123	7.8049	134	0.479	3.97	1.9033	252.1872
74	0.563	0.68	0.3828	27.7530	137	0.423	3.79	1.6022	217.0996
77	0.563	1.16	0.6531	49.3091	140	0.423	4.69	1.9848	274.8988
80	0.563	4.43	2.4941	195.7896	143	0.423	5.14	2.1761	307.9235
83	0.563	7.26	4.0874	333.1231	146	0.423	5.31	2.2479	324.8184
86	0.563	10.42	5.8639	495.4987	149	0.395	5.24	2.0707	305.4226
89	0.563	9.98	5.6168	491.4659	152	0.395	3.58	1.4129	212.6448
92	0.563	10.93	5.1560	557.1145	155	0.339	3.62	1.2265	188.2750
95	0.563	7.82	4.4036	411.7305	158	0.339	6.73	1.9420	303.9282
98	0.563	7.46	4.2013	405.4286	161	0.283	7.85	2.2216	354.3398
101	0.563	6.23	3.5049	348.7330	164	0.283	4.85	1.3713	222.8423
104	0.563	6.27	3.5273	361.5504	167	0.255	2.71	0.6920	114.5207
107	0.563	7.42	4.1789	440.8702	170	0.198	3.90	0.7724	130.1424
110	0.563	8.62	4.8529	528.5369	173	0.141	2.04	0.2870	49.2124
113	0.563	7.66	4.3137	480.5369	178	0.056	2.04	0.1140	19.8830
116	0.537	5.26	2.8233	323.2714					
119	0.507	4.75	2.4076	282.8979	Σ			896298	10017.4637

表中X表示时间间隔(3天); L_x 表示任一个体在X期间得以存活概率,即特定年龄存活率; M_x 表示在X期间平均每雌产雌数,即特定年龄产雌率,雌性比为67.84%(雌/雄为2:1)。

种群的增长率(γ_n)近似地由下式计算:

$$\gamma_n = \ln R_0 / T$$

其中 R_0 为种群的净增殖力,近似地由下式求得

$$R_0 = \Sigma L_x M_x$$

T为雌性子代生出时母体的平均年龄,由下式求得

$$T = \Sigma L_x M_x X / \Sigma L_x M_x = \Sigma L_x M_x X / R_0$$

周限增长率(λ)由下式求得

$$\lambda = e^{\gamma_n}$$

应用表4中的数据,计算得:

$$R_0 = 89.6298$$

$$T = 10017.4637/89.6298 = 111.7649$$

$$r_m = 4.4957/111.7649 = 0.0402$$

$$\lambda = e^{0.0402} = 1.0410$$

假若要使种群增长一倍, 当满足 $N_T/N_0 = 2$, 即 $e^{r_m T} = 2$, 则 $T = \ln 2 / r_m$, 将 $e^{r_m} = 0.0402$ 代入, 则 $T = 17.2339$ (天), 即每经过 17 天, 种群就增殖 1 倍。

参 考 文 献

- [1] 王如松等, 1982, 昆虫发育速率与温度关系的数学模型研究, 生态学报 2(1): 47—57.
- [2] 吴坤君等, 1980, 温度对棉铃虫实验种群生长的影响, 昆虫学报 23(43): 58—388.
- [3] 林昌善, 1964, 动物种群数量的理论与试验研究, I. 杂拟谷盗 *Tribolium confusum* (H.) 的内禀增长能力的研究, 动物学报 18(3): 323—338.
- [4] 乌莎廷斯卡娅 P.C., 1957, 《昆虫耐寒性原理》, 科学出版社.
- [5] Birch, L. C., 1948, The intrinsic rate of natural increase in an insect population J. Anim. Ecol. 17: 15—26.
- [6] Salt, R. W., 1961, Principles of insect cold-hardiness, Ann. Rev. Entomol. 6: 55—74.

EFFECTS OF TEMPERATURE ON EXPERIMENTAL POPULATION OF *Chilocorus bijugus* Mulsant

Ren Shun-Xiang Guo Zhen-Zhong Xiong Ji-Wen

(Department of Plant Protection, Guizhou Agricultural College)

The present paper deals with effects of temperature on development and growth of *Chilocorus bijugus* Mulsant population. The results show that the most favourable temperature of development falls in the range of from 18°C to 23°C. The lowest and highest threshold temperatures are about 5°C and from 38°C to 41°C, respectively. The highest and lowest survival rates occur at 25°C and 31°C, respectively. The supercooling point is measured to be in the range of -4.26°C through -5.60°C during the hibernating period. The innate capacity of increase (r_m) and the finite rate of increase (λ) are 0.0402 and 1.0410 female offsprings per day in the range of 20° to 24.5°C, respectively. The net reproduction rate (R_0) is 89.63 and a generation would be completed in 111.76 days.

Key words: *Chilocorus bijugus* Mulsant, developmental rate, innate capacity of increase (r_m), supercooling point.