

温度对金边土鳖实验种群影响的研究*

刘复生 周昌清 林佩卿 张玉珍

(中山大学昆虫研究所)

金边土鳖 (*Opisthoplatia orientalis*) 属蜚蠊目, 姬蠊科 (Phyllodromiidae) 光蠊亚科 (Epilamprinae)。又名东方后片蠊。产于华南、台湾一带。金边土鳖为渐变态昆虫, 一生经卵、若虫、成虫三阶段, 但因卵胎生之故, 所以卵在母体内直接孵化为若虫后产出体外。民间常用土鳖虫的成虫制药来治疗散瘀、跌打损伤、妇女经闭等症, 近年来更有对癌症有一定疗效之说, 所以是重要的药用昆虫之一。其中华南之特产金边土鳖更享有出口的盛誉。

土鳖虫原为野生土栖昆虫, 近年来不少地方开始人工饲养, 大量生产来满足药用和出口需要。但由于对其一系列生物学、生态学特性尚未有足够了解, 因此在人工饲养中存在一系列问题。过去江、浙等地对土鳖的普通种——中华土鳖 (*Eupolyphaga sinensis*) 的饲养曾有过片断报道, 但对金边土鳖尚未见正式报道, 为了给人工饲养金边土鳖提供科学依据, 1979年我们开展了这项研究并得到广东省药材公司的支持。本文就温度对金边土鳖实验种群的影响试验结果整理如下, 以供参考。

一、材料与 方法

1. 材料 金边土鳖由佛山地区药材公司收购当地之野生成虫, 经我所室内自然温度饲养至成熟, 配对后饲养至产仔, 用子代作为本试验材料。

2. 方法 选用19°、22°、25°、28°和31℃五个不同温度, 均用复式恒温箱控制, 温差均 $< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。在各温度处理中以加湿毛巾和水盆的方法来维持相对湿度在80—85%左右。以全黑暗条件饲养。每个温度处理组均取当天产下的一龄若虫30头以上, 每组2—4个重复。

若虫期是用无色玻璃瓶单个饲养 (瓶高10厘米、底宽5厘米、瓶口3厘米), 瓶口盖有通气孔的塑料盖。瓶底一侧给以少许混合饲料 (其成分与配比是麦糠1斤, 茶叶碎渣2—3两, 25万单位的医用土霉素2—3粒 (胶囊型), 维生素C 1克, 酵母1克), 另加一小块豆薯 (*Pachyrhizus erosus*) 或甘薯 (*Ipomoea batatas*) 作为青饲料; 在瓶底另一侧给一小团用自来水湿润过的棉花球, 以维持一定的湿度和提供它直接饮水的需要。每天更换饲料和加湿棉花球一次, 并观察记录若虫的蜕皮、历期及死亡日期和数量。

待若虫发育至成虫时, 当天分别雌雄称量体重, 并将同一温度下的雌雄配对饲养于罐头玻璃瓶中 (瓶高10厘米、底宽8厘米, 口径6厘米), 也用有塑料纱网作通气孔的塑料盖盖口, 以防外逃。用上述同样的方法给饲和加湿。每天换饲料、加湿时, 观察记录其产仔数、雌雄寿命、死亡数量和日期。

* 本文经蒲蛰龙教授审阅, 并提出宝贵意见。陈静琴、陈海东、杨平均同志参加部分试验工作, 关贞洁老师协助电子计算机验算, 一并致谢。

与此同时, 另设一组置于室温下饲养, 饲养条件除温度不同外, 其它条件基本与上相同。室内以自记温度计记录每日室温的变化。以此作为各温度下饲养情况之参考。

二、试验结果与分析

1. 温度与发育历期的关系

表 1、2 分别表示了在 19°、22°、25°、28° 和 31℃ 下各龄若虫发育历期及若虫发育龄数的差别。由表 1 可看出: 1) 不同温度下若虫各龄发育历期长短不同, 一般为各龄历期随温度的

表 1 不同温度下金边土鳖各龄若虫发育历期 (天)

龄 期	19℃			22℃			25℃			28℃			31℃		
	$\bar{x}$	s	$c.v.$	$\bar{x}$	s	$c.v.$	$\bar{x}$	s	$c.v.$	$\bar{x}$	s	$c.v.$	$\bar{x}$	s	$c.v.$
一龄	40.42	6.79	16.80	26.37	3.24	12.29	23.57	9.33	39.60	17.17	3.92	22.82	13.26	4.08	30.80
二龄	76.52	20.03	26.18	31.30	8.50	27.16	21.36	4.07	19.05	19.37	4.36	22.50	19.74	4.86	24.63
三龄	51.89	14.54	28.02	34.27	13.26	38.69	21.61	4.07	18.85	19	3.66	19.24	16.66	3.56	21.37
四龄	78.04	19.28	24.70	39.45	16.07	40.74	26.72	5.49	20.56	25.42	5.72	22.51	22.44	6.05	26.95
五龄	53.29	16.34	31.59	43.38	9.26	21.35	33.15	7.44	22.45	34.63	6.72	19.37	33.09	9.43	28.49
六龄	68.16	26.09	38.27	48.17	12.04	24.99	38.97	8.90	22.84	38.04	9.78	25.71	33.4	15.72	47.05
七龄	69.40	11.46	16.51	53.14	11.94	22.47	38.45	12.71	33.05	41.08	14.07	34.24	39.7	4.76	12.0
八龄				55.33	11.85	21.42	38.76	9.36	25.43	42.6	13.02	30.55			
九龄							41.25	10.53	25.53						
若虫平均历期	382	44.53	11.67	260.70	40.38	15.49	202.19	41.02	20.29	189.02	39.36	21.09	168.44	24.13	14.32

$\bar{x}$ 为加权平均数

s 为标准差

$c.v.$ 为变异系数

以下各表遇此符号均同此。

升高而缩短, 但在 25°、28°、31℃ 下 5 龄以后各龄的历期与不同温度的关系规律不是很明显。

2) 在同一温度下各龄历期除 19℃ 外, 一般随龄期增大而增加, 如在 22℃ 下, 1—8 龄的历期分别为 26.37、31.30、34.27、39.45、43.38、48.17、53.14、55.33 天。3) 各温度下就整个若虫期平均发育历期来看, 随试验温度的增加而缩短, 在 19°、22°、25°、28°、31℃ 下, 若虫发育平均历期分别为 382、260.70、202.19、189.02、168.44 天。另据室温 (饲养期内的平均温度为 23.8℃, 最高温度为 34℃, 最低温度为 9℃) 饲养的若虫历期观察为 261.43 天, 接近于 22℃ 恒温下的若虫历期。4) 各温度下各龄历期及若虫平均历期的标准差及变异系数均较大, 说明金边土鳖的发育整齐度差 (在以下各项的测量指标中亦如此, 说明个体差异大)。5) 金边土鳖若虫发育速率与温度的关系, 可用逻辑斯谛曲线来拟合, 两者关系符合下列方程即

$$\frac{1}{y} = \frac{0.0062}{1 + e^{5.3787 - 0.2651x}} \quad (y = \text{若虫发育历期, 天; } x = \text{温度}), \text{ 相关系数 } r = -0.9889, \text{ 概率 } P < 0.01, \text{ 如图 1。}$$

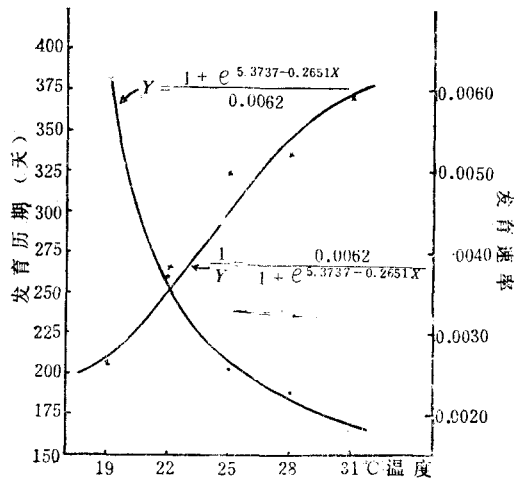


图 1 金边土鳖若虫发育与温度关系

表 2 表示不同温度下若虫发育龄数多少不同且与性别有关。表内数据表示各龄完成若虫发育阶段的个体所占百分数。雌、雄值表示各龄完成若虫发育阶段的个体百分率中雌雄各占的百分数。从表 2 可看出: 1) 不同温度下完成若虫发育阶段的龄数不同, 19℃ 为 5—7 龄, 22℃ 为 5—8 龄, 25℃ 为 6—9 龄, 28℃ 也为 6—9 龄, 31℃ 为 6—8 龄; 在 19℃ 下发育龄数多数为 6 龄, 22°、25°、28℃ 多数为 6、7 龄, 31℃ 多数为 7 龄。2) 在各不同温度下, 若虫龄数最多的其个体均为雌性; 龄数最少的则全为雄性。龄数处于上两者之间的则雌雄各占有一定比例。如在 19℃ 下, 龄数最多而 7 龄才完成若虫阶段的全为雌性, 龄数最少而 5 龄即完成若虫阶段的全为雄性, 6 龄的则雌雄各占 86.67%, 13.33%。其他温度下的情况与上类似。

表 2 不同温度下若虫龄数及与性别关系

温度 (℃)	五 龄 (%)	六 龄 (%)	七 龄 (%)	八 龄 (%)	九 龄 (%)
19	♀ 4.76 ♂ 0 100	76.19 13.33 86.67	19.04 100 0	0	0
22	♀ 3.28 ♂ 0 100	37.77 4.35 95.65	44.26 88.89 11.11	14.75 100 0	0
25	♀ 0 ♂ 0 100	37.36 0 100	30.77 42.86 57.14	27.47 100 0	4.40 100 0
28	♀ 0 ♂ 0 100	39.62 0 100	33.96 55.56 44.40	24.53 92.31 7.69	1.89 100 0
31	♀ 0 ♂ 0 100	33.33 0 100	55.56 40 60	11.11 100 0	0

表 3 表示不同温度下未成熟期(从初孵若虫至雌虫开始产仔)历期及成虫寿命, 如下表。

表 3

温 度 (℃)		22	25	28	31	室 温
未成熟期历期 (天)		416.96±44.77	356.47±79.46	330.2±31.36	不产仔	408.33±7.51
成 虫 寿 命 (天)	♀	499.88±79.32	342.95±88.99	258.52±142.70	273.00±38.18	302.09±164.67
	♂	444.55±77.14	211.91±132.65	171.00±102.06	171.00±83.25	217.92±101.82
	平 均	477.75±82.35	271.90±132.02	213.83±128.62	177.11±91.30	258.17±139.13
	c.v.	17.24	48.70	60.15	51.55	53.89

注: 19℃因若虫养至成虫时温箱故障而被烧死, 试验中断, 故无此资料。表中±值为标准差。

由表 3 可看出未成熟期历期随试验温度的升高而缩短, 如在 22°、25°、28℃ 下历期分别为 416.96、356.47、330.2 天, 而温度高达 31℃ 时, 成虫已不能产仔。成虫的平均寿命同样随温度的升高而缩短, 如在 22°、25°、28°、31℃ 下其寿命各自为 477.75、271.90、213.83、177.11 天。成虫寿命与温度两者的关系符合 $y = \frac{1 + e^{4.9684 - 0.1685x}}{0.0104}$ 关系式, 其中 y = 寿命 (天), x = 温度, 相关系数 $r = -0.98$, 概率 $p < 0.02$, 如图 2。在同一温度下, 雄虫比雌虫寿命短。在室温下饲养的未成熟期历期和成虫寿命, 因平均温度接近于 23—24℃, 故历期处在 22°、25℃ 历期之间。

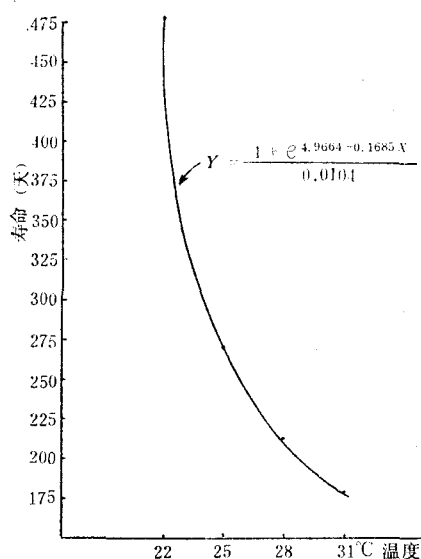


图 2 金边土鳖成虫寿命与温度关系

由表一中 19°、22°、25°、28°、31℃ 五个不同温度下的若虫平均历期及表 3 中 22°、25℃ 两个温度下的未成熟期的平均历期分别求得金边土鳖的若虫的发育起点温度为 9.01 度, 有效积温

为3534.19日度; 全世代(即未成熟期)的发育起点温度为8.44度, 有效积温为5631.2日度(28℃下所得的未成熟期历期因个体数量少, 故只采用了22℃、25℃两个温度下的历期来计)。

2. 温度与若虫存活率及未成熟期存活率的关系

不同温度下若虫存活率及未成熟期存活率的关系如表4所示。

表4 不同温度下若虫存活率及未成熟期存活率

温 度 (℃)	若 虫 期			未 成 熟 期		
	试 验 虫 数 (头)	发育至成虫头数	若 虫 存 活 率 (%)	试 验 虫 数 (头)	发育至产仔的 成 虫 数	未 成 熟 期* 存 活 率 (%)
19	35	23	65.71	—	—	—
22	62	62	100	35	35	100
25	140	90	64.29	66	42	63.64
28	98	57	58.16	36	19	52.78
31	61	10	16.39	不	产	仔
室 温	148	32	21.62	62	4	6.45

* 未成熟期存活率的计算是在假设雌雄个体死亡机率相同的条件下, 若虫发育至成虫后按成虫性比推算出试验开始时的雌性若虫数被在该温度下在第一头雌虫生殖之前所存活的雌虫数除得。

由表4可看出若虫存活率和未成熟期存活率均以22℃最高, 两者均达100%, 而在25℃、28℃、31℃随着温度的升高若虫及未成熟期的存活率依次下降, 前者为64.29%、58.16%、16.39%; 后者为63.64%、52.78%、至31℃时成虫已不能产仔。在本试验中室温下的若虫存活率为21.62%, 未成熟期存活率仅6.45%, 可能与室温下遇夏季的高温(最高日平均温度达34℃)造成大量死亡有关。

3. 温度与雌虫生殖的关系

不同温度对雌虫生殖的关系如表5所示。在22℃、25℃、28℃下, 就平均生殖前期(由雌虫开始至雌虫第一次产仔的间隔历期)及平均每次生殖间隔历期而言, 各为136.46、120.22和101.47天; 及137.88、95.86和71.33天。两者历期均随温度升高而缩短, 生殖前期25℃比22℃快半个月, 28℃比22℃快一个多月。每次生殖间隔历期25℃比22℃快40余天, 28℃比22℃快60余天。就每雌产仔次数看, 三个温度下大致均为2.5次/♀, 无明显差别。就每雌每次产仔量及每雌一生产仔量看, 在22℃、25℃及28℃下分别为30.7头/次/♀、28.80头/次/♀、27.42头/次/♀; 及76.76头/♀、74.69头/♀和70.43头/♀, 但经多重比较的方差分析差异显著性测定的结果是: 每雌每次产仔量 $F=0.786$, 而 $F_{0.05(2.185)}=3.04$; $F < F_{0.05(2.185)}$; 每雌一生产仔量 $F=0.1319$, 而 $F_{0.05(2.71)}=3.98$, $F < F_{0.05(2.71)}$, 所以三种温度下每雌每次产仔量及每雌一生产仔量均无显著差异。

4. 温度与体重和性比的关系

表6表示在不同温度下生长的土鳖若虫发育至成虫时的体重及性比关系。

由表6可看出, 在不同温度下, 除19℃的平均体重明显低及31℃也差外(因在此不适宜温度下死亡率高, 能测量到的个体少, 但可大体看出其影响趋势), 经用多重比较的方差分析统

表 5 温度与雌虫生殖关系

温 度 (℃)		22	25	23
生殖前期(天)	$\bar{x}$	28头	32头	15头
	s	136.46	120.22	101.47
	s	34.35	71.86	33.81
	最长	239	383	158
	最短	105	56	70
每次生殖间隔历期 (天)	$\bar{x}$	43次	51次	21次
	s	137.88	95.86	71.33
	s	42.71	36.06	32.74
	最长	284	227	179
	最短	99	42	10
每雌产仔次数 (次)	$\bar{x}$	28	32	14
	s	2.5次/♀	2.59次/♀	2.5次/♀
	最高	4	5	3
每雌每次产仔量 (头)	$\bar{x}$	30.7头/次/♀	28.80头/次/♀	28.17头/次/♀
	s	9.22	11.16	11.35
	单次最高	49	46	44
每雌一生产仔量 (头)	$\bar{x}$	28头	32头	14头
	s	76.75头/♀	74.69头/♀	70.43头/♀
	s	33.42	41.40	34.44
	最高	147	192	118

表 6 不同温度下成虫体重和性比

温 度 (℃)	成 虫 体 重 (毫克)						性 比		
	测量头数	雌 雄 平 均	测量头数	雌	测量头数	雄	发育至成虫时头数		♀:♂
19	23	534±239.55	7	843.14±190.16	16	398.75±74.73	7	16	1:2.29
22	51	699.39±256.58	27	911.63±154.39	24	460.63±81.16	35	27	1:0.77
25	79	822.97±353.72	41	1114.76±233.92	38	508.16±100.54	42	48	1:1.14
28	40	847.5±315.92	21	1110.00±197.59	19	557.37±95.73	21	36	1:1.71
31	7	634.28±198.23	2	900.00±141.42	5	528±67.23	2	6	1:3
室温	20	843±333.20	10	1107±262.51	10	599±94.10	10	10	1:1

计检验表明在 0.05 概率水准下, 22℃ 的平均体重 (699.39 毫克) 明显低于 25°、28℃ (822.97、847.5 毫克), 有显著差异, 25℃ 与 28℃ 的平均体重无显著差异。在室温下饲养的成虫体重基本与 25°、28℃ 接近。在各试验温度下, 雄虫体重基本上是雌虫体重的一半, 因而个体大小雌虫明显比雄虫大, 借此很易区分雌雄。

不同温度下发育的若虫变为成虫时的雌雄性比也有明显差异, 在高温 (31℃) 和低温 (19℃) 下雌性比例显著增加 (如前者雌雄比为 1:3, 也因温度不适, 死亡率高, 致使测量个体少, 但也可看出其影响趋势, 后者雌雄比为 1:2.29), 在 22°、25°、28℃ 下随温度增加雌性比例也随之增加, 除 22℃ 雌性多于雄性外 (♀:♂ = 1:0.76), 25°、28℃ 均为雄性多于雌性 (性比各为 1:1.14 及 1:1.71)。在室温下饲养的雌雄比为 1:1。高低温造成雄性个体明显增多可能与它处于不适宜的温度条件下摄取营养差 (如体重明显轻) 有关。

5. 不同温度下各项测量指标的综合比较

为分析方便起见, 现将在不同温度下上述各项测量指标综合归纳于表 7。

表 7 不同温度下金边土鳖各项测量指标比较

温度 (℃)	历 期 (天)				存 活 率 (%)		体 重 (毫克)	性 比 ♀:♂	生 殖			
	若虫*	生殖前期	未成熟期**	成虫寿命	若虫	未成熟期			每次生殖间隔 历期(天)	每雌产仔 次 数	每雌每次产 仔量(头)	每雌一生 生产仔量(头)
19	382				65.71		534	1:2.29				
22	260.70	136.46	416.96	477.75	100	100	699.39	1:0.77	137.88	2.5	30.7	76.75
25	202.19	120.22	356.47	271.90	64.29	63.64	822.97	1:1.14	95.86	2.59	28.80	74.69
28	189.02	101.47	330.2	213.83	58.16	52.78	847.5	1:1.71	71.33	2.5	28.17	70.43
31	168.44	不产仔		177.11	16.39	不产仔	634.28	1:3	不 产 仔			
室温	261.43	159	408.33	258.17	21.62	6.45	843	1:1				

* 若虫历期为雌雄的平均历期

** 未成熟期历期为仅形成雌虫者的若虫历期+生殖前期。

从表 7 可看出, 在 19℃ 的低温端, 若虫历期长, 存活率低, 发育至成虫时体重轻, 且雌性比例高, 虽当发育至成虫时因恒温箱失灵而试验中止, 但已明显可看出对繁殖不利。在 31℃ 的高温端, 虽然若虫发育历期短, 但若虫存活率极低 (仅 16.39%), 成虫体重也轻, 而且雌虫已不能产仔, 故 31℃ 显然也不适宜土鳖的生长繁殖。在 22°、25°、28℃ 三个温度下, 以成虫寿命、存活率、性比几个指标看, 22℃ 最好, 25℃ 次之, 28℃ 再次之, 而且在这三种温度下每雌产仔次数、每雌每次产仔量及每雌一生生产仔量经统计检验均无显著差异。但在 22℃ 下未成熟期历期相应要比 25℃ 长 40 天, 且每次生殖间隔历期也长 42 天, 比 28℃ 未成熟期则要对 86 天, 每次生殖间隔历期要长 66 天。再从体重看, 在 22℃ 下明显比 25℃、28℃ 轻。因此, 有必要从繁殖数量和产量进一步来确定人工饲养的最适温度。

6. 不同温度下金边土鳖增长能力 (r_0) 的测定

自然界动物种群的丰盛度主要是由在一定条件下该物种的发育速率、存活率及其出生率三方面的特性综合作用的结果所决定。Laughlin (1965) 提出的增长力 r_0 能较好的反映出这三方面的平均生物学特性, 并可作为种群在不同温度下实际增长力比较的指标。 r_0 值大, 种群增长快, r_0 值小, 种群增长慢, 以此可确定何种温度对其增殖最有利。

种群增长力 (r_0) 按下列公式计算:

$$r_0 = \frac{\log_e R_0}{T_c}$$

R_0 为种群的净增殖率 ($R_0 = \sum l_x m_x$)

T_0 为雌性子代生出时母体的平均年龄

$$\left(T_0 = \frac{\sum l_x m_x x}{\sum l_x m_x} \right)$$

其中 l_x 为特定年龄存活率

m_x 为年龄, 为 x 的雌体的平均产雌数

我们测定了 22°、25°、28℃ 下金边土鳖的 R_0 、 T_0 、 r_0 , 并比较了三种不同温度下的 r_0 值。表 9 为 22°、25°、28℃ 下的 R_0 、 T_0 及 r_0 的大小。从此表中可看出, 在 22°、25°、28℃ 下, R_0 分别为 32.14、17.05 及 10.10 倍, 即从一个世代到下一世代土鳖种群增殖的倍数 22℃ 最大, 25℃ 次之、28℃ 再次。但它们的世代周期长 T_0 分别为 74.03 周 (518.24 天)、62.10 周 (434.74 天)、及 54.34 周 (380.38 天), 22℃ 下发育的土鳖虫世代历期明显比 25℃ 长, 比 28℃ 就更长。从 22°、25°、28℃ 下的实际增长能力 (r_0) 来看, 在三个温度下的 r_0 分别为 0.0469 个雌虫/每雌/每周 (0.00669 个雌虫/每雌/每天)、0.04566 个雌虫/每雌/每周 (0.00652 个雌虫/每雌/每天)、及 0.04256 个雌虫/每雌/每周 (0.00608 个雌虫/每雌/每天), r_m 值 22℃ 基本与 25℃ 同, 但比 28℃ 大。根据 $N_t = N_0 e^{r_0 t}$ 的公式可计算出任一时刻种群的数量 (N_t)。如果在三个温度下开始时的数量 N_0 相同, 花同样的时间 (即 t 相同), 经时间 t 后繁殖的数量应该是 22℃ 基本上等于 25℃ 的数量, 而多于 28℃ 的数量。例如三个温度开始时的数量 N_0 均为 100 头, 各自经一年 (365 天) 后繁殖的数量应为: 22℃ $N_t = 100 \cdot e^{0.00669 \times 365} = 1149.4$ 头, 25℃ $N_t = 100 \cdot e^{0.00652 \times 365} = 1080.3$ 头, 28℃ $N_t = 100 \cdot e^{0.00608 \times 365} = 920$ 头。但由于在三个温度下生长发育的成虫体重不同, 因此应从经济效益—产量 = 个体数量 × 平均体重来衡量, 由此得出在 22℃ 的产量为 $1149.4 \times 911.63 = 1047793$ 毫克 = 1047.8 克, 25℃ 产量为 $1080.3 \times 1114.76 = 1204275$ 毫克 = 1204.28 克, 28℃ 产量为 $920 \times 1110 = 1021200$ 毫克 = 1021.2 克。25℃ 优于 22°、28℃。

表 9 不同温度下的 R_0 、 T_0 、 Y_0

温 度	22℃	25℃	28℃
R_0	32.1425	17.0466	10.1003
T_0	74.0347 (周) 518.2423 (天)	62.1061 (周) 434.7428 (天)	54.3404 (周) 380.383 (天)
r_0	0.0469 个雌虫/♀/周 0.006696 个雌虫/♀/天	0.04566 个雌虫/♀/周 0.00652 个雌虫/♀/天	0.042557 个雌虫/♀/周 0.00608 个雌虫/♀/天

7. 低温对若虫的发育抑制和对性比的影响

为了解土鳖虫耐低温的能力, 我们于 1979 年 5 月 30 日取当天产下的一龄若虫 37 头置于 8°—10℃ 冰箱下层饲养 (饲养条件与其它温度处理基本相同), 定期换饲、保湿和观察发育、死亡情况。结果经低温处理 115 天 (至 9 月 22 日) 时若虫仍全部存活, 并以休止状态仍处于一龄若虫初期阶段。经 145 天后 (至 10 月 22 日), 休止若虫开始陆续死亡, 至 168 天时 (至 11 月 14 日), 休止若虫方全部死亡。由此可知, 土鳖一龄若虫耐低温能力很强, 在处于若虫发育起点温度 (9℃) 上下, 它基本处于不发育的休止状态, 可渡过 4—5 个月的不良低温阶段, 如果低温持续时间再长则开始出现死亡。

为了观察经低温处理一定天数后的一龄若虫是否仍能继续正常生长发育, 在经低温处理

115天,随机从中取出17头,经中间温度(20℃)过渡半天,随即放入28℃恒温下饲养,结果这些若虫仍能全部发育为成虫,但雄性个体明显增多,雌雄性比为1:3.25。经低温处理后的雌雄成虫交配后仍能正常繁殖。

土鳖虫耐低温的能力与其所处的低温强度及持续时间有关,如果同样把初生一龄若虫置于5℃的冰箱中,则8天即开始出现死亡,这时即使再把成活的若虫放入8—10℃中,48天时也都全部死亡。

三、结论与讨论

由上述试验结果,我们可以得出如下结论:

1. 金边土鳖在19℃下发育历期长,存活率不高,成虫体重轻,雄性比例大,在31℃下发育历期虽短,但存活率低,成虫不产仔。所以19、31℃均为金边土鳖生长发育的不适宜温度。如在室内繁殖,冬、夏季需相应采取加(保)温和降温措施。

2. 昆虫种群增长能力 r_0 是测量种群繁殖能力大小的一个较好的综合指标,它不仅考虑到种群的发育速率、出生率和死亡率,而且还考虑到性比,特别对世代重叠的昆虫,还考虑到不同年龄的生育力。金边土鳖实际增长力测定的结果22℃, $r_0 = 0.00669/\text{天}$; 25℃, $r_0 = 0.00652/\text{天}$; 28℃, $r_0 = 0.00608/\text{天}$ 。在相同时间内,种群在22℃增长的数量多于25、28℃,但从产量考虑(产量=平均体重×个体数)则25℃高于22℃、28℃。

3. 鉴于金边土鳖世代历期长(在22—28℃下需一年至一年零五个月),相对于其它土鳖种来说,一生产仔量及净增殖率也不高,所以不是一个理想的饲养品种。由于它在药用上的特殊需要,为缩短历期,根据上海等地对中华土鳖的若虫阶段添食脱皮激素可以适当缩短发育历期,是否可在金边土鳖上采取类似措施以加快繁殖速率,有待试验。

4. 种群数量增长的快慢,温度常是一个主要因素,但营养和温度(尤为土壤含水量)在土鳖虫的人工饲养中也是重要的因素,必需给以足够的注意。

参 考 文 献

- 上海奉贤商业局 1977 饲养地鳖虫. 昆虫知识14(6):184
陈吉魁 1975 人工饲养土鳖虫经验简介. 昆虫知识12(1):41
杨声谋 1977 谈谈土鳖虫人工饲养的几个问题. 昆虫知识14(6):181—183
祝荣身 1978 怎样防治土鳖虫的病虫害. 昆虫知识15(6):179
林昌善 1964 动物种群数量变动的理论与试验研究 I 杂拟谷盗的内禀增长能力(r_0)的研究. 动物学报16(3):323
吴坤君等 1980 温度对棉铃虫实验种群的影响. 昆虫学报23(4):358—367
Laughlin, R. 1965 Capacity for increase: A useful population statistic. *J. Ani. Eco.* 34(1):77—91.
Southwood, T. R. E. 1978 *Ecological Methods*, London Chapman and Hall.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE GROWTH OF EXPERIMENTAL POPULATION OF COCKROACH, *OPISTHOPLATIA ORIENTALIS*

Liu Fusheng Zhou Changqing Lin Peiqing Zhang Yuzhen
(Research Institute of Entomology, Zhongshan University)

The present paper deals with the relationships among temperature and the development, survival, sex ratio, body weight and reproduction of the Cockroach (*O. orientalis*) at five constant temperatures from 19° to 31°C. The rates of development of the nymphal stage of the cockroach were determined at five constant temperatures and fitted to logistic curve. The number of instars of nymph differed with the temperature and had relation to sex. Under the same temperature, the number of instars of male was less than female. The stages of nymph, immature, prereproduction and interval of reproduction were shortened as the temperature was increased. The threshold temperature and thermal constants required for the development of the nymph and whole generation were calculated to be about 9° and 3534°D(day-degree), respectively. The highest survival percentage and sex ratio occurred at 22°C. The biggest body weight was gained at 25° and 28°C. The reproduction of adult was unfavorable at 19° and 31°C. The capacities for increase (r_0) were compared at 22°, 25° and 28°C and was determined to be 0.00669/day, 0.00652/day and 0.00608/day, respectively. The most favourable temperatures of reproduction were determined to be 22° and 25°C. But in the case of production (numbers×weight) 25°C was most favourable.