

朱砂叶螨生命表和种群动态的研究

刘芹轩 刘孝纯 邱峰 高宗仁

(河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州)

摘要

试验在植物生长箱内以5种变动温湿度组合模拟郑州地区6—7月份大气温湿度, 以棉叶圆盘饲养朱砂叶螨, 所得数据组建了朱砂叶螨生命表。在上述温湿度条件下, 又对棉苗上的种群动态进行了观察。结果在供试高温低湿条件下, 朱砂叶螨增殖最快, 内禀增殖率和净生殖率最高, 世代平均日数最短。棉田种群动态系统调查结果与室内研究趋势一致。证实高温干旱季节是朱砂叶螨大量增殖和暴发成灾的气候条件, 雨水冲刷和高湿环境是种群数量迅速衰退的主要原因。

关键词 朱砂叶螨 生命参数 种群动态

朱砂叶螨 (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) 是河南省危害棉花的主要害虫之一。近年来, 由于耕作制度的变革, 特别是麦棉套种的扩大, 使朱砂叶螨由局部偶发性害虫变为普发性害虫。据1984—1986年虞城、南阳、新乡、封丘、孟津和获嘉县抽样调查, 因叶螨危害造成落叶和红叶棉田的面积占29%, 估计减产20%左右。

前人对二点叶螨 (*Tetranychus urticae* Koch) 生活史、生命表和增殖率的研究较多(1)(2)(3)(4)(5)。关于朱砂叶螨的极道甚少。Düz Günes等人(1983)曾对二点叶螨和朱砂叶螨的生活史和生命表作了比较研究, 但仅限于24℃、30℃和相对湿度45%, 65%的恒定条件。

为了确立朱砂叶螨的发生预测方法, 就必须首先明确在自然条件下和人工模拟变温变湿条件下, 对朱砂叶螨的增殖率产生什么影响。

材料和方法

供试叶螨采自新乡县棉田, 置于温室内棉苗(中棉12)上繁殖后备用。将已交配产卵雌螨一头接于直径3cm的棉叶圆盘上。棉叶圆盘放于垫有脱脂棉块、上铺吸水纸的二重皿内, 皿内保持浅水层, 使叶盘在皿内形成孤岛状, 以防棉叶圆盘失水干枯和叶螨逃逸。然后置于植物生长箱内, 每一处理50个叶盘, 产卵一日后将雌螨和多余卵粒移去, 保持一叶一卵, 并定期更换新鲜叶盘。每日定时观察记载各螨态发育进度和存活螨数。在植物生长箱内以5种温湿度组合模拟本地5月下旬至7月的气象条件:

高温低湿: 29℃(16小时)——35℃(8小时) 60±5% RH

高温高湿: 29 °C (16 小时) —— 35 °C (8 小时) 80 ± 5 % RH

中温低湿: 25 °C (16 小时) —— 29 °C (8 小时) 60 ± 5 % RH

中温高湿: 25 °C (16 小时) —— 29 °C (8 小时) 80 ± 5 % RH

低温低湿: 25 °C (24 小时) 60 ± 5 % RH

根据实验资料, 用 Birch (1948) 和 Laing (1968) 改进的方法组建朱砂叶螨雌性生命表。自然内禀增长率 (γ_m) 用下列公式从生命表数据计算:

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{5-\gamma_m x} L_x m_x = 148.41 \text{ 并用图解法进行验证。} e \text{ 为自然对数, } x \text{ 为个体年龄 (天), } L_x$$

为个体年龄 x 比率为 1 的存活数, m_x 为每雌间隔 x 天所产雌性后代数。

净生殖率 (R_0), 平均世代历期 (T) 和增殖率极限 (λ) 用下列公式计算:

$$R_0 = \sum L_x m_x$$

$$T = \frac{\text{Loge} R_0}{\gamma_m}$$

$$\lambda = \text{antilog} e^{\gamma_m}$$

为了进一步探明不同温湿度组合对朱砂叶螨增殖的影响, 每一组合又以具两片子叶的棉苗插入盛有营养液的玻璃瓶内, 每瓶一苗, 共 15 棵棉苗。每苗接初羽化已交配的雌螨一头, 使之自然繁殖, 每周在双目解剖镜下检查一次各螨态数。定期增添瓶内营养液和新棉苗, 共进行 5 周。

田间种群发生动态每三天调查一次。苗期随机取百株棉苗, 中后期取百株上中下三叶, 放入冰瓶内, 携回室内在双目解剖镜下查各螨态数量。

结 果

一、室内研究

1、生活史

朱砂叶螨在不同温湿度组合下的各螨态历期和完成一代所需日数如表 1 所示。在低湿情况下, 各螨态历期随温度升高而缩短。高湿有延长卵和幼、若螨的发育期和缩短成螨寿命的效应。如在高温情况下, 高湿比低湿的雌性幼期 (卵、幼、若) 延长 3.52 天 (42.8 %), 雌成螨寿命缩短 3.85 天 (25.4 %)。在中温情况下, 高湿比低湿雌性幼期延长 1.52 天 (13.3 %), 雌成螨缩短 4.22 天 (24.8 %)。幼、若螨在不同温湿度组合下的死亡率亦表现有很大差异。在低湿条件下, 25 °C 时死亡率最高, 达 54.8 %, 25—29 °C 时为 16.1 %, 29—35 °C 时为 13.6 %; 高湿环境死亡率最高, 25—29 °C 和 29—35 °C 时分别达 76.6 % 和 72.3 %。说明高温低湿环境适宜朱砂叶螨的增殖。这也是夏秋雨季引起叶螨种群数量骤减和春末夏初气温较低时, 种群增殖缓慢的主要原因。

2、存活率、产卵及增殖率

朱砂叶螨在不同温湿度条件下的存活率、产卵和增殖率分别如表 2、图 1、图 2 和图 3 所示。按 50 % 死亡率时间计, 在低湿条件下, 以中温低湿组为最长, 低温低湿次之, 高温低湿最短; 其总生殖力, 也以中温低湿最高, 高温低湿次之, 低温低湿最低。但世代平均

表 1

朱砂叶螨在不同温湿度下各螨态历期

发育阶段	性别	25 °C			25 - 29 (26.3) °C						29 - 35 (31.0) °C					
		60 ± 5 % RH			60 ± 5 % RH			85 ± 5 % RH			60 ± 5 % RH			85 ± 5 % RH		
		NO	\bar{X}	SD	NO	\bar{X}	SD	NO	\bar{X}	SD	NO	\bar{X}	SD	NO	\bar{X}	SD
卵	♀	15	6.20	0.86	26	4.35	0.63	22	4.35	0.63	30	3.17	0.53	19	3.17	0.53
	♂	11	6.45	1.04	16	4.60	0.79	10	4.60	0.79	5	3.60	0.55	5	3.60	0.55
幼 螨	♀	15	3.47	1.06	26	2.50	0.71	22	3.27	0.63	30	2.17	0.53	19	2.84	0.76
	♂	11	3.27	0.47	16	2.63	0.62	10	3.20	0.63	5	2.40	0.55	5	2.20	0.45
若 螨	♀	15	8.00	1.51	26	4.58	1.24	22	5.32	0.99	30	2.94	0.74	19	5.68	1.70
	♂	11	5.27	1.79	16	4.81	1.38	10	4.90	0.99	5	3.60	1.14	5	5.40	0.55
合 计	♀	15	17.73	1.62	26	11.42	1.86	22	12.94	1.14	30	8.23	0.88	19	11.75	1.46
	♂	11	15.00	1.90	16	12.19	1.56	10	12.79	1.10	5	9.60	1.14	5	11.2	0.55
死亡率 %			54.8			16.1			76.6			13.6			72.3	
产卵前期	♀	9	3.89	1.83	25	1.96	1.02	21	1.67	0.80	28	1.30	0.63	18	1.64	0.72
产卵期	♀	8	10.88	3.68	23	13.13	8.71	21	9.73	5.18	25	11.08	5.54	16	6.90	2.56
产卵后期	♀	9	1.67	1.80	23	1.39	1.08	20	1.55	1.15	26	1.25	1.07	16	2.47	1.78
成螨寿命	♀	10	15.10	6.90	23	17.04	8.89	22	12.82	4.93	26	14.08	5.86	15	10.5	2.77
	♂	9	22.44	12.45	12	20.92	9.78	7	8.43	5.32	4	20.25	13.38	4	5.00	3.00
产卵盛期死亡率 %			71 - 80.6			25.8 - 48.4			80.6 - 83.9			36.4 - 47.7			82.1 - 83	

表 2

不同温湿度组合对朱砂叶螨生命参数的影响

生命参数	29 - 35 °C (高)		25 - 29 °C (中)		25 °C (低)
	60 ± 5 % RH (低)	85 ± 5 % RH (高)	60 ± 5 % RH (低)	85 ± 5 % RH (高)	60 ± 5 % RH (低)
50 % 死亡率时间 ^a 天	16.3	7.2	22.7	8.2	19.7
总生殖力 ^a	42.98	15.8461	51.8903	38.6144	39.9006
生殖率 ^b	3.88	2.30	3.95	3.81	3.67
产卵期 天	11.08	6.9	13.13	9.73	10.875
净生殖率 ^c Ro	20.8574	2.0371	25.29005	4.0690	8.7164
世代平均日数 ^c T	14.2943	16.2108	19.9158	19.4296	27.2800
发育时间 ^d 天	9.57	12.11	12.71	12.29	21.33
自然内禀增长率 ^e γ_m^*	0.23814 (0.2125)	0.04444 (0.0439)	0.18493 (0.1622)	0.07513 (0.07223)	0.08109 (0.07937)
增殖率极限 ^f λ	1.2368	1.0449	1.1761	1.0749	1.0826
种群加倍所需天数 ^g	3.2619	15.7892	4.2700	9.5964	8.7331

a、平均每 ♀ 产卵量

b、每雌每天产卵数

c、平均世代时间 = $\frac{\ln R_0}{\gamma_m} = T$

d、卵至成螨产卵

e、每日每雌产生个体数

f、增殖率极限 $\lambda = \text{antilog}^m$ g、种群加倍所需天数 = $\frac{\ln 2}{\gamma_m}$ * γ_m 值括号内数值为近似值, 括号外为准值

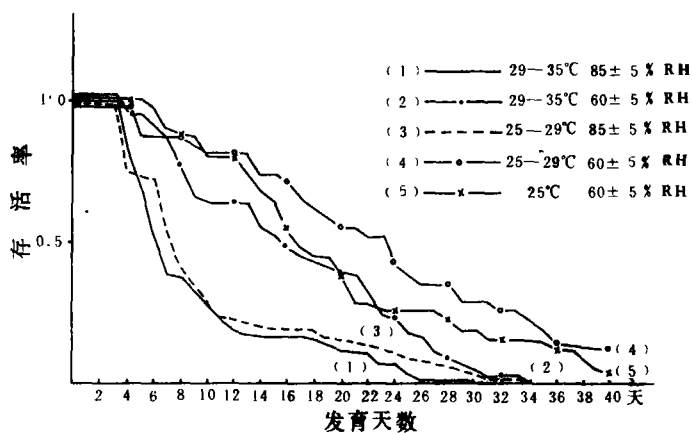


图1 不同温、湿度条件下朱砂叶螨存活率曲线

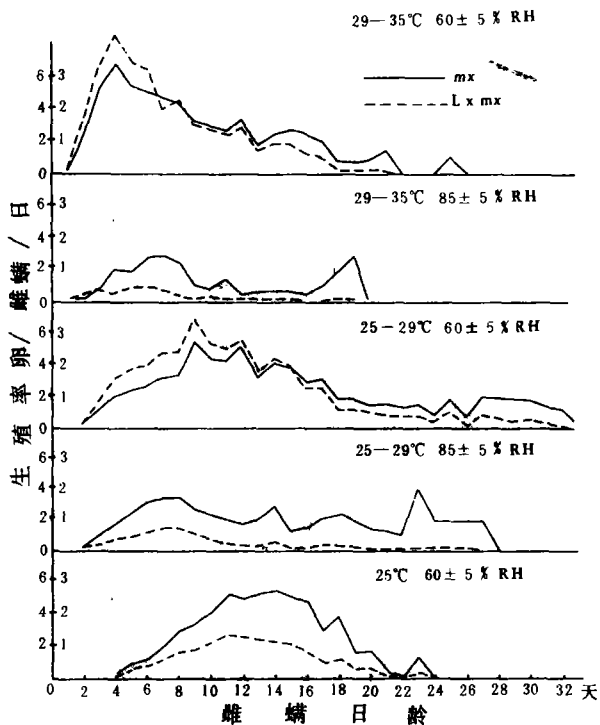


图2 朱砂叶螨在不同温、湿度条件下各日龄的生殖率

日数,则以高温低湿最短,中温低湿次短,低温低湿较长,说明中温低湿对叶螨的存活和生长发育较适宜。但从整个种群增殖速度来看,仍以高温低湿较有利,其种群加倍所需时间(天数)最短,中温低湿次短,低温低湿较长;自然内禀增长率以高温低湿最高,中温低湿次之,低温低湿最低。因此,在高温低湿条件下,其种群增殖快,翻番期短,各螨态数量最多,故对种群迅速建立最为有利(如图4, F)。

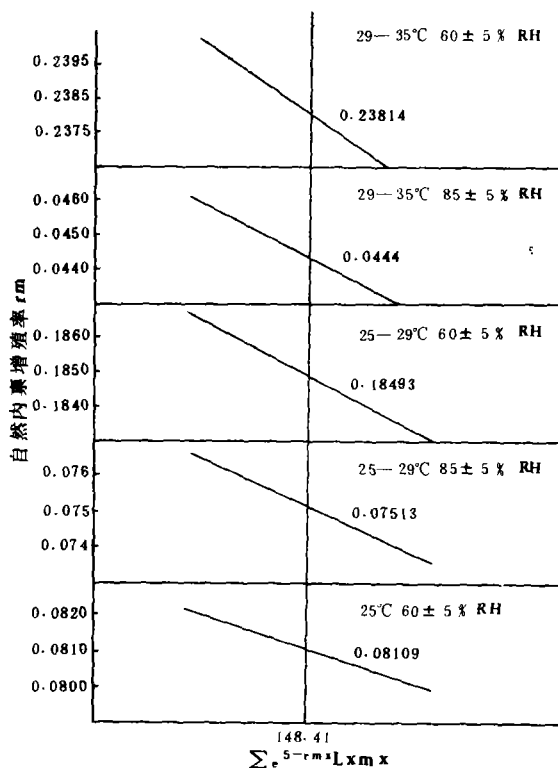


图3 朱砂叶螨在不同温、湿度条件下自然内禀增殖率图解值

在高湿条件下，尤其是高温高湿环境，对朱砂叶螨的生命活动有极不利的影响。如在中温和中温的高湿条件下，其净生殖率、自然内禀增长率均较其他处理低，因此种群加倍天数为最高值，种群增殖缓慢，种群数量少。从图2亦可看出，在高温和中温的低湿条件下，产卵数量最大；高湿条件下的生殖力和产卵数量最小，其净生殖率仅为低湿条件下的12—14%，即降低了86—88%。

3、不同温湿度条件下的种群动态

各温湿度组合条件下的朱砂叶螨种群动态结构如图4所示，高温低湿条件增殖最快，其次为中温低湿组。接种后第3周平均每棵棉苗上的雌成螨分别增至101头和19.5头，至第4周分别增至392头和59.2头；在高湿条件下雌螨增殖至第3周分别只有15.91和19.5头，至第4周分别为15.53头和35.5头。恒温25°C和低湿条件下雌成螨增殖也很缓慢，至第3周平均每棵棉苗有雌螨15.5头，第4周为24.5头。上述结果说明，在供试温度范围内的低湿情况下，温度愈高朱砂叶螨表现有愈强的增殖力。在自然界，这种高温变温和低湿环境，在很大程度上有助于朱砂叶螨种群的急剧增殖，而在高湿情况下朱砂叶螨种群则很快消退。由于朱砂叶螨生物学和生态学特性而限制了它们的危害地区，仅成为亚热带和温带地区的优势种群（Hussey 和 Parr, 1960；Van de Bund 和 Helle, 1960）。

螨量计数

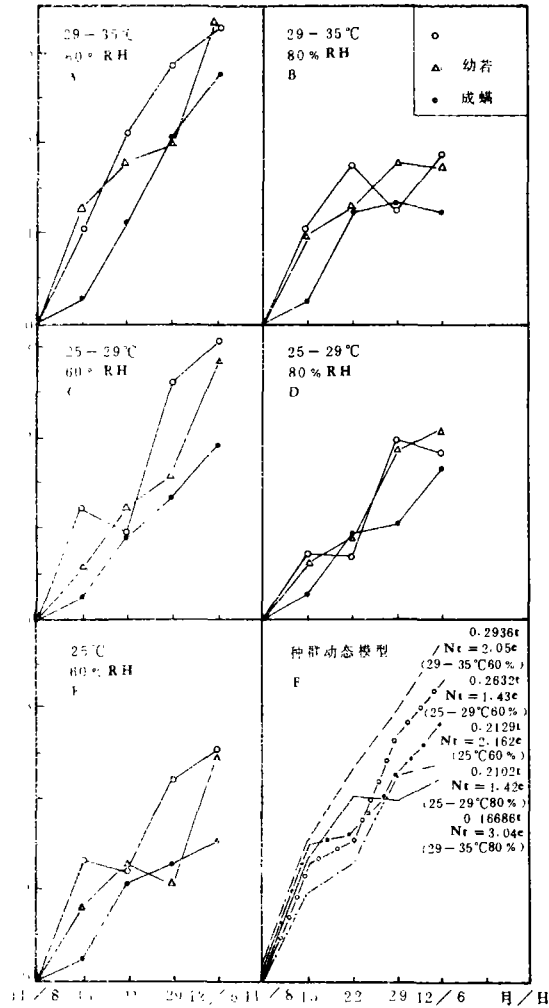


图4 不同温湿度条件下朱砂叶螨的种群动态

二、田间种群动态研究

朱砂叶螨在河南省各棉区种群发生动态,可分为三个时期。5月上旬至7月中旬,旬气温 26-28℃,种群增殖迅速,为种群激增期;7月中旬后雨季来临,空气湿度大(相对湿度在 80%以上),加上雨水的冲刷,为种群骤衰期(图 5)。如 1986 年,郑州 6 月 26-27 日降水量 4.3 毫米,雨后单叶平均螨量下降 25%;7 月 2-5 日连续降雨三次,降雨量达 16.7 毫米,雨后螨量下降 73%。又如虞城 6 月 10-16 日连续降雨,降水量达 30.6 毫米,螨量下降 63%,7 月 15-20 日降雨 5 次,降雨量达 52.7 毫米,雨后螨量下降 57%。嗣后 10 天无雨,天气晴朗,螨量又急剧上升,回升率达 64%。8 月中旬连续降雨达 44.9 毫米,使螨群一蹶不振而逐渐绝迹。

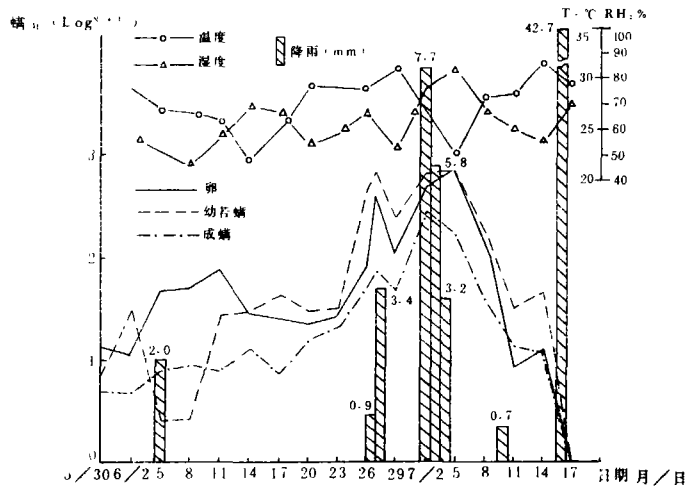


图5a 朱砂叶螨种群动态 (1986, 郑州)

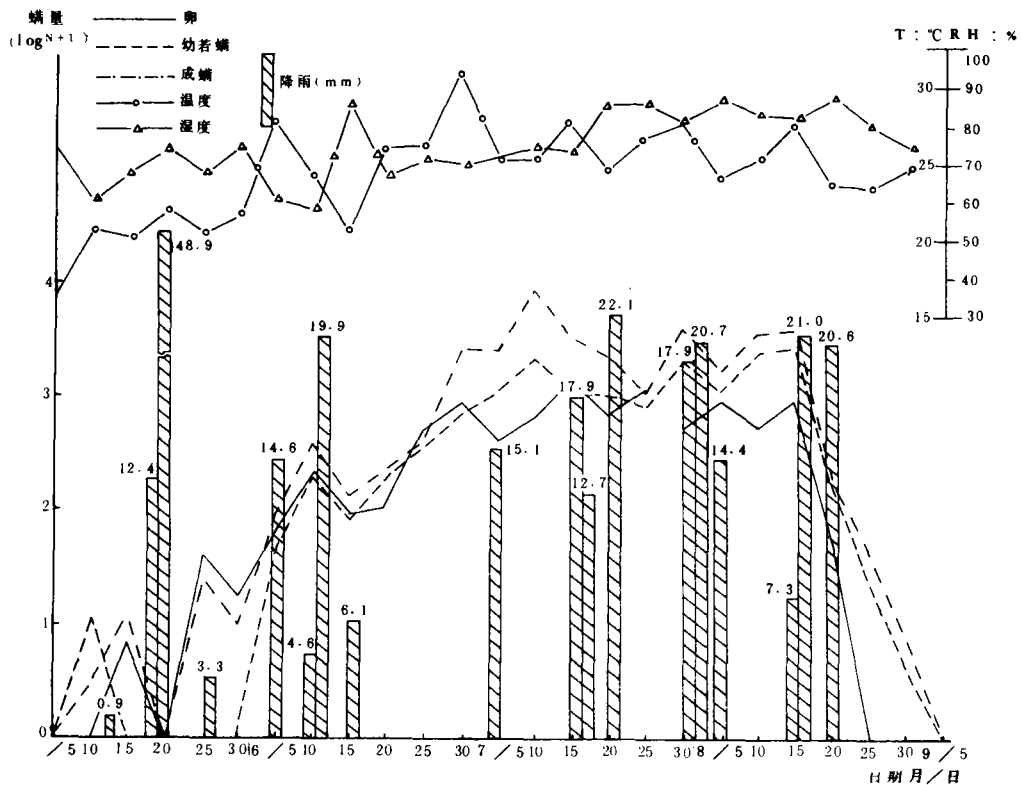


图5b 朱砂叶螨种群动态 (1986, 虞城)

讨 论

据朱砂叶螨的形态、习性、喜食寄主植物、地理分布和杂交试验等方面的研究, 均证实其为不同于二点叶螨的一个独立种^{[8][9][10]}。McGregor 和 McDoningh (1917), Düz Güneş^[3] (1965) 研究结果证明, 朱砂叶螨发育最适温度为 32℃, 即使在 35℃ 以上也能正常产卵繁殖。所以它是一种性喜高温的食植性害螨。极端高湿则能引起各龄幼螨发育期延长。Düz Güneş 等人^[4] (1983) 在 24℃、30℃, 相对湿度 45% 和 65% 条件下分别饲养二点叶螨和朱砂叶螨, 结果二点叶螨在 24℃ 和 65% RH 条件下, 成螨寿命长, 产卵也最多。与本文研究结果趋势一致。本研究在 25℃ 和相对湿度 60±5% 时, 幼期死亡率较高, 达 54.8%; 供试高温低湿条件下的死亡率最低, 为 13.6%, 而在各高温、中温高湿条件下的幼期死亡率可高达 72.3—76.6%。朱砂叶螨与二点叶螨在繁殖能力上也有很大不同, 其净生殖率 (R_0) 和自然内禀增殖率 (γ_m) 明显低于二点叶螨。Shih 等人^[6] (1976) 在 27℃±1 和 90±5% RH 下饲养二点叶螨的结果, $R_0 = 97.4$, $\gamma_m = 0.336$ 。在本试验与之相似的条件 (25—29℃, 平均 26.3℃, 相对湿度 85±5%) 相比, $R_0 = 4.07$, $\gamma_m = 0.072$, 比二点叶螨低得多。说明二点叶螨的繁殖力和耐高湿性能均比朱砂叶螨高 (表 3)。

由于试验条件和供试寄主植物的不同, 不同研究者对于两种叶螨的发育历期和产卵量的研究结果也不尽一致。但在相似条件下, 朱砂叶螨的卵至成螨均较二点叶螨的发育历期长,

表 3 二点叶螨与朱砂叶螨的净生殖率和自然内禀增殖率比较

叶 螨 种 类 和 寄 主 植 物	温 度 °C	相对湿度 %	R ₀	m	研 究 者
二 点 叶 螨					
菜 豆	27 ± 1	90	97.4	0.336	Shih 等 (1976)
棉 花	29.4	65	—	0.293	Carey 等 (1982)
	30.0	45	—	0.950	DüzGünes 等 (1983)
	24.0	65	—	0.447	"
朱 砂 叶 螨					
菜 豆	30.0	45		0.936	DüzGünes 等 (1983)
	24.0	60		0.440	"
棉 花	31.0	60 - 65	20.857	0.238	本文作者 (1986)
	26.3	80 - 85	4.069	0.075	"
	25.0	60 - 65	8.716	0.081	"

产卵量也少。如 Carey^[5] (1982) 以棉花作寄主植物, 在 29 °C 和相对湿度 50 - 60 % 条件下, 二点叶螨从卵至雌成螨发育历期为 6.1 天, 每雌平均产卵 64.3 粒; 本研究结果则为 8.23 天和 42.98 粒。特别在高湿条件下的发育历期延长, 成螨寿命缩短, 死亡率增高 (表 1), 比高温和低湿情况下的产卵量降低 71.18 %。说明朱砂叶螨在高温低湿环境下能大量繁殖, 而二点叶螨在高温下的繁殖量就有所下降 (Carey 1982)^[5], 但在湿度较高时, 也能大量繁殖 (Shih, 1976)^[2]。说明两种叶螨所需生态条件各有不同, 以此各自成为在不同地理生态下的优势种。

田间种群动态进一步表明, 其种群激增期在 6 月上旬至 7 月中旬的高温干旱期, 7 月中旬后因雨水频繁, 大气相对湿度增高, 其种群逐渐消退。高温干旱气候不但有利于朱砂叶螨的增殖, 也增加了其对棉叶汁液的吸食量。据笔者研究, 在供试温度 35 °C (8 小时) —— 29 °C (16 小时) 和相对湿度 60 % 时, 每雌每日平均在棉叶上的食痕 (白点) 有 40.2 个, 但在高湿环境 (100 % RH) 下棉叶食痕仅有 20.75 个。这是朱砂叶螨在高温干旱气候下危害加重的原因。

参 考 文 献

- (1) Birch L. C., The intrinsic rate of natural increase on an insect population. J. Anim. Ecol., 17, 1948, 15 - 26
- (2) Chain-ing T. Shih, Sidney L. POE, and Harvey L. Cromroy., Biolog, Life Table, And Intrinsic Rate of Increase of Tetranychus urticae, Annals of the Entomological Society of America 69(2), 1976, 362 - 364
- (3) DüzGünes, Z., Preliminary results of rearing two-spotted spider mite in the laboratory. Bol. Zool. Agr. Bachic. Ser., V. 7, 1976, 73 - 77

- (4) DüzGünes, Z.; CoBAN OĞLU, S. 1983, The life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* (Acarina: Tetranychidae) under various temperature and relative humidities. Bitki Koruma Bülteni 23 (4), 1983, 171 - 187
- (5) James R. Carey and James W. Bradley., Developmental rates, vital schedules, sex ratios, and life tables for *Tetranychus urticae*, *T. Turkestani* and *T. Pacificus* (Acarina: Tetranychidae) on cotton. Acarologia 18 (4), 1982, 333 - 344
- (6) Laing J. E., Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. Acarologia 11 (1), 1969, 32 - 41

LIFE TABLE AND POPULATION DYNAMICS OF *TETRANYCHUS CINNABARINUS* (ACARINA: TETRANYCHIDEA)

ABSTRACT

Liu Qinxuan, Lin Xiaochun, Qiu Feng, Gao Zongren
(Institute of plant protection, Henan Academy of
Agricultural Science, Zhengzhou)

The studies on the biological development of Carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*, provided the data necessary to construct life table to analyze developmental curve.

Mite of *T. cinnabarinus* were reared individually on cotton discs in a plant growth chamber, the daily fluctuation of temperature and relative humidity were controlled.

At that above temperature and relative humidity combination, indices for intrinsic rate of natural increase was 0.2381, 0.0444, 0.1849, 0.0751 and 0.0810 individuals per female per day, respectively. The net reproductive rate was 20.857, 2.0371, 20.290, 4.0690 and 8.716 times, and the mean generation time 14.29, 16.21, 19.91, 19.42 and 27.28 days, respectively.

Populations of *T. Cinnabarinus* on cotton seedling were observed weekly for 5 weeks at above conditions. Populations increased most rapidly at 29 °C (8 hr) — 35 °C (16 hr) and 60 ± 5 % RH. The population model of each condition was proposed:

$$N_t = 2.05 e^{0.2936t}$$

$$N_t = 3.04 e^{0.1668t}$$

$$N_t = 1.43 e^{0.2632t}$$

$$N_t = 1.42 e^{0.2012t}$$

$$N_t = 2.162 e^{0.2129t}$$

The results of the population of *T. Cinnabarinus* under cotton field also be indicated that the hot, dry weather is conducive to outbreaks of this spider mite in summer, and the population may be intensified reduced following the rainy season.

Key words: Carmine spider mite; Life parameters