

文章编号: 100F 1498(2004) 04 0484 06

基于生命表技术的胭脂虫适生性研究

张忠和, 陈晓鸣*, 石 雷, 徐珑峰, 万有铭, 和 菊

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224)

摘要: 运用生命表技术, 结合采样测定, 对胭脂虫在干热河谷区、南亚热带区及中亚热带区的代表点上的生长情况进行了研究。结果表明: 南亚热带地区胭脂虫雌成虫虫体较大, 怀卵量较多, 质量较大, 种群趋势指数最大, 为最适生区域; 中亚热带区域胭脂虫最大, 怀卵量最多, 质量最大, 但种群趋势指数小, 世代历期长, 年世代数少, 为次适生区域; 干热河谷区培育的胭脂虫雌成虫虫体小, 怀卵量少, 质量小, 种群趋势指数较小, 为适生区域; 在各气候条件下, 影响胭脂虫种群数量变动的主导因素为卵的孵化率及1龄若虫或2龄若虫期的强降雨。各试验点均未发现大量胭脂虫天敌。

关键词: 胭脂虫; 生命表; 适生性

中图分类号: S899.3 文献标识码: A

在自然界, 由于长期自然选择的结果, 每个物种都适应于一定的环境, 并有其特定的适应范围, 环境的异质性常常会引起物种性状的改变, 因此, 对新引进物种引进后适生环境的研究是首先并必须解决的问题。胭脂虫(*Dactylopius confusus* (Cockerell)) 作为一种新引进的资源昆虫^[1~8], 虽已开展了温度、湿度及光照强度对其生长发育影响的研究^[9], 仍需对其野外适生环境进行研究。本文运用生命表技术, 系统地研究了胭脂虫在不同的气候类型下的存活情况, 同时不定期对胭脂虫雌成虫进行采样, 测定不同地点胭脂虫雌成虫的大小、质量及怀卵量等生物生态学指标, 并对所测定的各项结果进行综合分析, 探索胭脂虫的适生环境, 为胭脂虫的培育提供科学依据。

1 试验点概况

热带气候类型试验点选于云南省元江县中国林科院资源昆虫研究所元江试验站内, 极端最高温 42.0 °C, 极端最低温 3.1 °C, 年蒸发量 2 751 mm, 年内干燥度在 7.94~ 0.94 之间, 全年干燥度 1.9, 干湿季节分明; 全年太阳辐射总量大, 年日照时数 2 340.6 h; 无霜期, 属北热带干热气候类型^[10] (表 1)。

南亚热带气候类型试验点选于云南省景东县中国林科院资源昆虫研究所景东试验站内及云南省泸水县六库镇怒江州林科所苗圃地内。景东试验点最冷月平均气温 10.9 °C, 极端高温 38.6 °C, 极端低温 -1.4 °C, 受西南季风影响, 夏秋季多雨, 占年降水量的 90% 以上, 冬春季较干

收稿日期: 2004-01-10

基金项目: 国家科技部基础性专项基金“资源昆虫种质资源收集、整理、保存”(14)及云南省自然科学基金“胭脂虫寄主选择性研究”(2002C0027Q)资助项目

作者简介: 张忠和(1970—), 男, 贵州兴义人, 助理研究员, 主要从事昆虫生态学研究。

* 通讯作者: 陈晓鸣, 研究员, 博士生导师。

旱。六库试验点12月、1月温度最低,月平均温度为13.5℃,6月温度最高,月平均温度为25.0℃,年降水量1 012 mm,主要集中在6、7、8月,有的年份9、10月份也有较大强度的降水,年平均日照时数2 005.2 h。这两个试验点均属南亚热带半干旱半湿润气候类型^[10](表1)。

中亚热带气候类型试验点选于云南省禄丰县中国林科院资源昆虫研究所滇中高原试验站内,最热月平均气温21.0℃,最冷月平均气温8.4℃,雨量分布不均,干湿明显,雨热同季,冬季和春季以及夏季初干旱时间较长,年日照时数2 198.0 h,无霜期达290 d,属中亚热带气候类型^[10](表1)。

表1 试验点气象要素指标

试验点	地理位置	海拔/m	年均气温/℃	≥10℃年积温/℃	年降水量/mm	年均相对湿度/%
元江	10°39' E, 23°18' N	457	23.8	8 800	600~800	59
景东	10°05' E, 24°28' N	1 162	18.2	6 500~7 700	1 045	71
六库	98°51' E, 25°52' N	910	20.2	7 200	1 012	67
禄丰	102°11' E, 25°09' N	1 566	16.2	5 214	900~1 000	74

2 材料与方法

2.1 供试材料

昆虫供试材料为中国林科院资源昆虫研究所2000年5月从国外引入的胭脂虫,寄主植物供试材料为从国外引入的梨果仙人掌(*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.)。

2.2 研究方法

2.2.1 实验设置及观察方法 分别在各试验点取30片已长有胭脂虫雌成虫的梨果仙人掌,每片保留1头圆润饱满、卵未孵化的雌成虫,其余的胭脂虫去除,然后将仙人掌栽于花盆内,放置空旷地带,每7 d观察1次,详细记录各虫期的存活及死亡情况,并注明死亡原因,若遇异常天气,如暴雨、狂风等,之后立即进行观察,统计死亡情况。

2.2.2 起始卵量及下一代卵量的估值方法 在去除的胭脂虫雌成虫中选取30头与保留的胭脂虫个体相似的雌成虫进行解剖,计数每头虫的怀卵量及大小,以该30头虫的平均怀卵量作为保留下来的每头雌虫的怀卵量的估计值乘以供试虫数计算起始卵量。待完成一代后,取30头雌成虫计数怀卵量,以该30头虫的平均怀卵量作为一代后代每头雌成虫怀卵量的估计值乘以雌成虫数量计算出下一代的卵量。

2.2.3 生命表组建 胭脂虫的生活周期与其它蚧虫一样,雄虫为完全变态,历经卵、1龄若虫、2龄若虫、前蛹、蛹及成虫6个虫期,雌虫为不完全变态,只有卵、1龄若虫、2龄若虫和成虫4个阶段,卵存于雌成虫体内,孵化后成为1龄若虫,在1龄若虫期用肉眼不能区分雌雄虫,1龄若虫经蜕皮后成为2龄若虫,1、2龄若虫形态有较大变化,可用肉眼分辨,但在2龄若虫期仍分辨不出雌雄,只有当雄虫进入前蛹期才能分辨出雌雄虫,2龄若虫后雄虫经前蛹和蛹期后羽化成为成虫,而雌虫则由2龄若虫直接蜕皮而成,为方便观察和生命表制作,在观察统计中分卵、1龄若虫、2龄若虫~雄成虫、雌成虫4个阶段进行,然后将起始怀卵量换算成1 000,以丁岩钦引Harcourt(1969)组建生命表的方法编制出在各试验点上胭脂虫自然种群的生命表,计算出种群趋势指数(I),并利用 K 值分析法分析出胭脂虫种群数量变动的主要因素^[11]。

2.2.4 样品测定 每年不同的季节分别在各个试验点上采集胭脂虫雌成虫样品,很快带回实

验室内进行测定,测定时从样品中选取 50 头雌成虫,平均分为 5 组,测定质量,然后用 70% 的酒精浸泡,测定怀卵量和大小。

3 结果与分析

3.1 各气候类型下胭脂虫自然种群生命表

3.1.1 干热河谷区(元江)胭脂虫自然种群生命表 在元江共进行了两个世代的观察,第 1 世代的生活周期为 2001 年 9 月 22 日至 2001 年 11 月 19 日,第 2 世代的生活周期为 2002 年 2 月 23 日至 2002 年 5 月 17 日,从生命表(表 2)中可以看出,在元江干热河谷区域,第 1 世代有 44.5% 的卵不能孵化,第 2 世代有 71.3% 的卵不能孵化;在 1 龄若虫期,由于降雨及大风可造成第 1 世代 25%、第 2 世代 36.6% 的 1 龄若虫死亡;而到了 1 龄若虫以后,第 1 世代的死亡率为 31%,第 2 世代为 22%;从累积死亡率来看,胭脂虫第 1 世代在 1 龄若虫前的累积死亡率为 44.5%,2 龄若虫前的累积死亡率为 58.4%,整个世代的累积死亡率为 71.3%;第 2 世代 1 龄若虫前的累积死亡率为 71.3%,2 龄若虫前的累积死亡率为 81.8%,整个世代的累积死亡率为 85.8%;从种群趋势指数上看,胭脂虫第 1 世代的种群趋势指数为 29.5,第 2 世代为 18.0。

表 2 干热河谷区(元江)胭脂虫自然种群生命表

年龄级	世代	年龄级开始时 的个体数	主要致死 因子	本年龄组内 死亡的虫数	死亡率/ %	累积死亡率/ %	K 值
卵	世代 1	1 000	未孵化	445	44.5	44.5	$K_1 = 0.2559$
	世代 2	1 000	未孵化	713	71.3	71.3	$K_1 = 0.5415$
1 龄若虫	世代 1	555	降雨、风	139	25.0	58.4	$K_2 = 0.1249$
	世代 2	287	降雨、风	105	36.6	81.8	$K_2 = 0.1969$
2 龄若虫~ 雄成虫	世代 1	416	降雨、雄成虫死亡	129	31.0	71.3	$K_3 = 0.0512$
	世代 2	182	降雨、雄成虫死亡	40	22.0	85.8	$K_3 = 0.0161$
雌成虫	世代 1	287					$K = 0.4320$
	世代 2	142					$K = 0.7545$

注:第 1 世代种群趋势指数(I)为 29.5,第 2 世代种群趋势指数(I)为 18.0。

在元江干热河谷区,从两个世代胭脂虫的累积死亡率来看,胭脂虫在完成世代的过程中死亡率是比较高的,达到 71.3%~85.8%,但从种群趋势指数上看,胭脂虫具有较高的种群趋势指数,可达到 18.0~29.5,说明胭脂虫在具有高死亡率的同时,也具有较高的繁殖力,这正是 r 类生态对策者的种群特征。从各阶段的死亡率来看,卵不孵化是胭脂虫死亡的主要因素,其次是 1 龄若虫期的降雨,2 龄若虫期以后的降雨也可造成一部分胭脂虫的死亡,对各发育阶段死亡因素的 K 值进行比较,也可看出卵期的未孵化及 1 龄若虫期的降雨和风是影响胭脂虫种群数量变动的主要因素。

3.1.2 南亚热带区(景东)胭脂虫自然种群平均生命表 在景东共进行了 2 个世代的观察,第 1 世代生活周期为 2001 年 9 月 25 日至 2002 年 1 月 10 日,第 2 世代的生活周期为 2002 年 3 月 18 日至 2002 年 6 月 5 日,从生命表(表 3)中可以看出,在景东,第 1 世代卵的未孵化率为 29.6%,到第 2 世代则高达 80.7%;1 龄若虫期的降雨和风造成的死亡率第 1 世代为 35.1%,第 2 世代为 18.1%;到 2 龄若虫期以后,第 1 世代由于暴雨造成 69.4% 的胭脂虫死亡,第 2 世代该阶段的死亡

率则低得多, 为 4.4%。在累积死亡率方面, 两个世代相差不大, 分别为 86.0% 和 84.9%。从种群趋势指数上看, 第 1 世代种群趋势指数(I) 为 46.8, 第 2 世代为 37.4。

表 3 南亚热带区(景东)胭脂虫自然种群生命表

年龄级	世代	年龄级开始时的个体数	主要致死因子	本年龄组内死亡的虫数	死亡率 %	累积死亡率/%	K 值
卵	世代 1	1 000	未孵化	296	29.6	29.6	$K_1 = 0.1523$
	世代 2	1 000	未孵化	807	80.7	80.7	$K_1 = 0.7143$
1 龄若虫	世代 1	704	降雨、风	247	35.1	54.3	$K_2 = 0.1876$
	世代 2	193	降雨、风	35	18.1	84.2	$K_2 = 0.0861$
2 龄若虫~ 雄成虫	世代 1	457	降雨、雄成虫死亡	317	69.4	86.0	$K_3 = 0.5137$
	世代 2	158	降雨、雄成虫死亡	7	4.4	84.9	$K_3 = 0.0176$
雌成虫	世代 1	140					$K = 0.8536$
	世代 2	151					$K = 0.8180$

注: 第 1 世代种群趋势指数(I) 为 46.8, 第 2 世代种群趋势指数(I) 为 37.4。

从累积死亡率及种群趋势指数两方面看, 可以发现, 在景东胭脂虫的累积死亡率与元江的相差不大, 但在种群趋势指数上要比元江的大得多, 因此, 从胭脂虫快繁的角度上考虑, 景东更利于胭脂虫的培育。利用 K 值分析法对死亡因素进行分析, 发现在景东卵的未孵化、1 龄若虫期的降雨(第 1 代) 或 2 龄若虫期的暴雨(第 2 代) 成了影响胭脂虫种群数量变动的主要因素。

3.1.3 中亚热带区(禄丰)胭脂虫自然种群生命表 在禄丰进行了 1 个世代的观察, 该世代生活周期为 2002 年 3 月 13 日至 2002 年 6 月 8 日, 从生命表(表 4) 中可以看出, 在禄丰, 卵的未孵化率高达 85.7%; 1 龄若虫期的死亡率为 19.6%; 2 龄若虫以后的死亡率为 38.3%; 整个世代的累积死亡率高达 92.9%, 胭脂虫的种群趋势指数(I) 为 14.5。

表 4 中亚热带区(禄丰)胭脂虫自然种群生命表

年龄级	年龄级开始时的个体数	主要致死因子	本年龄组内死亡的虫数	死亡率 %	累积死亡率/%	K 值
卵	1 000	未孵化	857	85.7	85.7	$K_1 = 0.8434$
1 龄若虫	143	降雨、风	28	19.6	88.5	$K_2 = 0.0943$
2 龄若虫~ 雄成虫	115	降雨、雄成虫死亡	44	38.3	92.9	$K_3 = 0.3310$
雌成虫	71					$K = 0.2687$

注: 种群趋势指数(I) 为 14.5。

从累积死亡率和种群趋势指数两方面与元江和景东进行比较, 可以看出, 该试验点胭脂虫的累积死亡率最高, 种群趋势指数最小, 因此, 从胭脂虫快速繁殖的角度上看不利于胭脂虫的培育。利用 K 值分析法进行分析, 卵未孵化的 K 值远大于其它 K 值, 为影响种群数量变动的主要因素。

3.2 各试验点上胭脂虫的大小、怀卵量及质量

各试验点胭脂虫的大小、怀卵量及质量的测定结果如表 5。从表 5 中看出, 在胭脂虫雌成虫虫体大小上, 禄丰的胭脂虫虫体最大, 平均长度达到 4.0 mm, 宽度为 2.8 mm; 其次是景东和六库, 景东胭脂虫的平均长度为 3.9 mm, 平均宽为 2.6 mm; 六库的平均长度为 3.7 mm, 宽度为

2.7 mm; 元江的胭脂虫虫体最小, 平均长为 3.4 mm, 宽为 2.4 mm。从怀卵量上比较, 景东的怀卵量最多, 平均每雌成虫约怀卵 260 粒; 禄丰其次, 平均每雌成虫怀卵量为 243 粒; 元江和六库的胭脂虫怀卵量较少, 元江为 151 粒·雌⁻¹, 六库为 139 粒·雌⁻¹。在胭脂虫雌成虫的质量方面, 禄丰的胭脂虫的质量最大, 平均约 13 mg·雌⁻¹; 景东和六库次之, 平均为 11~12 mg·雌⁻¹; 元江的胭脂虫质量最小, 不到 6 mg·雌⁻¹。

表 5 各试验点上胭脂虫的大小、怀卵量及质量

地点	大小			怀卵量		质量	
	样本数	平均长/	平均宽/	样本数/	平均怀卵量/	样本数/	平均质量/
	头	mm	mm	头	(粒·雌 ⁻¹)	头	(mg·雌 ⁻¹)
元江	220	3.4	2.4	220	150.6	400	5.7
景东	50	3.9	2.6	50	260.1	250	11.2
禄丰	80	4.0	2.8	80	243.3	500	12.6
六库	42	3.7	2.7	42	139.3	250	11.9

对各试验点上胭脂虫的大小、怀卵量及质量进行 LSD 多重比较, 结果如表 6。从 LSD 多重比较结果看, 胭脂虫雌成虫的虫体大小, 元江与禄丰存在显著差异, 而景东、禄丰、六库之间的差异不显著; 从怀卵量方面比较, 元江及六库的怀卵量与景东和禄丰有显著差异, 而景东和禄丰之间差异不显著; 从胭脂虫的质量上看, 元江的胭脂虫质量与景东、禄丰及六库的胭脂虫质量间有显著性的差异。

表 6 各试验点上胭脂虫雌成虫 LSD 多重比较结果

地点	地点	长	宽	怀卵量	质量	地点	地点	长	宽	怀卵量	质量
	景东	—	—	**	**		元江	*	**	**	**
元江	禄丰	*	**	**	**	禄丰	景江	—	—	—	—
	六库	—	—	—	**		六库	—	—	*	—
景东	元江	—	—	**	**	六库	元江	—	—	—	**
	禄丰	—	—	—	—		景东	—	—	**	—
	六库	—	—	**	—		禄丰	—	—	*	—

注: “*”表示差异显著($\alpha = 0.05$), “**”表示差异极显著($\alpha = 0.01$), “—”表示无显著差异。

4 结论与讨论

中亚热带气候下(禄丰)培育的胭脂虫雌成虫虫体最大, 质量最大; 南亚热带气候(景东和六库)次之; 而热带气候下(元江)培育的胭脂虫最小, 质量最小。如果单从培育的胭脂虫雌成虫的质量上看, 禄丰以及其所代表的中亚热带气候类型是最为适宜的, 景东和六库以及它们所代表的南亚热带半干旱半湿润气候类型也是较为适宜的, 而元江及其它热带区域则不太利于该胭脂虫的培育。

胭脂虫的产量也是衡量胭脂虫是否适生的一个重要指标, 而种群趋势指数在很大程度上能反映出胭脂虫的产量, 南亚热带气候下(景东)胭脂虫的世代种群趋势指数最高, 热带气候类型下(元江)次之, 而中亚热带气候下(禄丰)最低。因此, 从种群趋势指数方面看, 南亚热带气候类型最适宜胭脂虫的培育。

从仙人掌的生长情况来看, 仙人掌的生长与积温几乎成正比, 元江仙人掌的生长最快; 景

东和六库的仙人掌生长比元江慢, 而比禄丰快; 禄丰的仙人掌生长最慢。

综合胭脂虫的质量、种群趋势指数及仙人掌的生长情况三方面, 初步认为, 景东和六库以及其所代表的南亚热带气候类型下培育的胭脂虫质量较好, 产量最高, 仙人掌生长较好, 为培育胭脂虫最理想的气候类型; 禄丰以及其所代表的中亚热带气候类型下培育的胭脂虫质量虽然最好, 但产量较低, 且仙人掌的长势较慢, 对培育胭脂虫来说, 次于南亚热带气候类型; 元江及所代表的热带气候类型下, 虽然仙人掌的长势最好, 但胭脂虫的质量最差, 产量最低, 对野外培育胭脂虫来说, 不是理想的培育环境。

参考文献:

- [1] De Lotto. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae)[J]. Journal of the Entomological Society of Southern Africa, 1974, 37(1): 167~ 193
- [2] Gama P G, Michael K. Biosystematics of the family Dactylopiidae (Homoptera: Coccinea) with emphasis on the life cycle of *Dactylopius coccus* Costa[M]. Virginia Polytechnic Institute and State University: Bulletin, 1992
- [3] Brutsch M, Zimmernann H. The prickly pear (*Opuntia ficus indica* (Cactaceae)) in South Africa: utilization of the naturalized weed, and of the cultivated plants[J]. Economic Botany, 1993, 47(2): 154~ 162
- [4] Zimmernann H. Underrated plant may become a money spinner[J]. Plant Protection News, 1995(42): 9~ 10
- [5] 庄馥萃. 世界胭脂虫业再度兴起[J]. 昆虫知识, 1995, 32(6): 372~ 373
- [6] Giuseppe B, Paolo I, Eulogio P. Agror ecology, Cultivation and Uses of Cactus Pear[M]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1996. 167~ 184
- [7] Zimmernann H. Red dye from an invader cactus weed[J]. Plant Protection News, South Africa, 1988(13): 1~ 2
- [8] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999
- [9] 张忠和, 杨勋章, 王自力, 等. 胭脂虫实验种群研究[J]. 林业科学研究, 2003, 16(3): 254~ 261
- [10] 丁王宇, 屠明瞻, 余美兰, 等. 云南气候图集[M]. 昆明: 云南出版社, 1988
- [11] 岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京: 科学出版社, 1994

Exploration of Adaptability of Cochineal(*Dactylopius confusus*) Based on Life Tables

ZHANG Zhong-he, CHEN Xiao-ming, SHI Lei, XU Longfeng, WAN You-ming, HE Ju
(Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: The growth of the cochineal insect (*Dactylopius confusus*) in hot-dry valley, southern subtropical zone and mid subtropical zone was studied by using life tables and sample testing. The results showed that the cochineal insects growing in the southern subtropical zone were bigger, the eggs and weight of female adults were also intermediate among the three zones, and the population trend index was the biggest. The mid subtropical zone was also a good place for culturing the cochineal, though the insect culturing in this zone was the biggest and heaviest among the three zones, the life cycle was more longer and there were less generations per year. The cochineal could grow in hot-dry tropical zone, but the female adult was very small and light, so the tropical zone was not the ideal place for culturing the cochineal. In every climate zone, the key factors that affected the number of the cochineal population were eggs unhatched and strong rain during the 1st and 2nd instar. Mass natural enemies were not found in all experimental places.

Key words: cochineal insect; life table; adaptability