

胭脂虫寄生对仙人掌生长的影响^{*}

冷 锋¹ 张忠和^{1**} 卢振龙² 叶寿德¹ 李红高³ 王继承³

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所 昆明 650224; 2. 西南林学院 昆明 650224;
3. 怒江州林科所 云南 怒江 673100)

Effects of the cochineal *Dactylopius coccus* on growth of the host cactus (*Opuntia ficus-indica*). LENG Feng¹, ZHANG Zhong-He^{1**}, LU Zhen-Long², YE Shou-De¹, LI Hong-Gao³, WANG Ji-Cheng³ (1. The Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, China; 2. Southwest Forestry College, Kunming 650224, China; 3. Nujiang Forestry Research Institute, Nujiang 673100, China)

Abstract Effects of different cochineal beetle *Dactylopius coccus* Costa densities on growth of the host cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) were measured with regard to three dependent variables; cactus plant height, the number of new cladodes and the area of new cladodes. The results show that: 1) *D. coccus* can inhibit cactus growth; plant height and the number and area of new cladodes were reduced at higher beetle densities. 2) The rate of cactus growth decreased and the peak period of growth was also delayed at high beetle density. 3) Beetle density should be controlled to be no more than 1 000 beetles per plant; higher densities will lead to cactus death.

Key words *Dactylopius coccus*, cactus, host plant, parasite, growth

摘 要 从印楝仙人掌 (*Opuntia ficus-indica* Mill) 植株高度、新增茎片数量和新增茎片面积 3 个方面研究不同密度胭脂虫 *Dactylopius coccus* Costa 寄生对仙人掌生长量的影响。结果表明: 1) 胭脂虫寄生对寄主仙人掌有明显的抑制作用, 未被寄生的仙人掌株高、茎片数量和茎片面积的增加均明显大于被寄生的仙人掌; 2) 随着胭脂虫寄生密度的增加, 仙人掌植株生长量的增加相应减少, 生长高峰期的出现也会相应推迟; 3) 胭脂虫的寄生密度应控制在 1 000 头/株以下, 过大会导致仙人掌的死亡。

关键词 胭脂虫, 仙人掌, 寄主植物, 寄生, 生长

生物间在漫长进化过程中形成的相互作用关系是物种赖以生存的根本, 是环境稳定的基础。认识和掌握物种间的相互关系及其协同进化规律, 是生物科学交叉研究领域的重要内容, 也是实现社会可持续发展的需要。一些昆虫在不同程度上依靠吸收其它活体植物的营养来维持自己的生命过程, 这些昆虫被称为寄生昆虫。不论是自然生态系统还是人工生态系统, 昆虫与植物间的寄生和伴生都是非常普遍的现象, 尤其是寄生昆虫几乎遍及全球。寄生昆虫对寄主植物的影响是巨大的, 多数情况造成危害甚至导致寄主植物死亡^[1~5]。

胭脂虫 *Dactylopius coccus* Costa 属同翅目 Homoptera 洋红蚧科 Dactylopiidae 洋红蚧属 *Dactylopius*, 是一类寄生于仙人掌茎片上的昆

虫, 原产于墨西哥和中美洲, 可用于加工提取胭脂虫红色素, 该色素为目前世界上品质最好的天然色素之一, 广泛运用于药品、食品及化妆品工业中^[6~9]。我国于 2004 年引入该种, 目前, 张忠和等对有关该种胭脂虫的适生性、形态分类特征、种群动态、行为及生殖特性、高产培育研究等方面已取得了一定的基础性研究成果^[10~15]。利用种植仙人掌养殖胭脂虫正在我国云南、贵州和四川等省区兴起。国外的研究

^{*} 资助项目: 云南省林业厅推广项目、国家林业局星火项目 (2005EA169004)、农业科技成果转化项目 (2007GB24320425)。

^{**} 通讯作者, E-mail: zhzhzhang_caf@163.com

收稿日期: 2009-08-27, 修回日期: 2009-09-15

工作主要着重于胭脂虫的分类、生物学特性及生态因子对其发育的影响方面,De Lotto^[6]将洋红蚧属 *Dactylopius* 分为 9 个种,其中最具利用价值的为 *D. coccus*,并对其生物学特性进行了较为系统的研究,另外,部分学者对胭脂虫适宜的温湿度条件以及胭脂虫天敌进行了研究^[6~9],综合有关研究资料,目前国内外关于胭脂虫和寄主仙人掌的研究大多是分开进行的,对胭脂虫和仙人掌之间相互关系的研究还很少涉及,特别是胭脂虫寄生后对仙人掌生长量的影响方面尚未见报道。

本研究对寄生和未寄生胭脂虫的仙人掌生长情况进行了连续定位观测,旨在揭示二者之间的相互关系,为我国胭脂虫的产业发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况与供试材料

1.1.1 试验地概况 试验地位于云南省楚雄州禄丰县中国林科院资源昆虫研究所滇中高原实验站内,地理位置为 102°11' E, 25°52' N。海拔 1 566 m,年平均气温 16.2℃,最热月平均气温 21.0℃,最冷月平均气温 8.4℃,年降水量 900~1 000 mm,年均相对湿度 74%,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。

1.1.2 供试材料 昆虫试验材料为中国林科院资源昆虫研究所 2004 年从秘鲁引进并在云南省进行扩繁的胭脂虫。寄主植物材料为从墨西哥引进并在云南禄丰种植的印楝仙人掌 (*Opuntia ficus-indica* Mill),树龄为 3 年。

1.2 研究方法

1.2.1 试验设置 在寄主仙人掌株龄、初植密度、胭脂虫接种方式、立地条件以及水肥管理等完全一致的试验地内,将仙人掌植株分为 3 种类型,一是寄生胭脂虫密度较小(1 000 头/株以下)的寄主仙人掌(处理 A,以下同);二是寄生胭脂虫密度较大(1 000 头/株以上)的寄主仙人掌(处理 B,以下同);三是没有寄生胭脂

虫的仙人掌(CK,以下同),在这 3 种类型的仙人掌中各随机抽取 10 株,用记号笔做上记号,作为每次调查的对象,用计数器分别调查每株仙人掌上寄生的胭脂虫雌成虫数量。室内按以上 3 种类型计算出平均每株仙人掌植株上寄生的胭脂虫雌成虫数量。自 2009 年 4 月 5 日开始进行测定,以后每隔 14 d 做一次调查测定,共进行 5 次。

1.2.2 仙人掌植株高度调查 在选取的 30 株仙人掌茎片上,离地面大约 5 cm 处(以免灌溉时土壤的滚动给测量造成误差),用竹签钉上一张小纸片作为记号。从 2009 年 4 月 5 日到 5 月 31 日,对仙人掌植株的高度作连续定位测量,测量时以小纸片的底部作为下界,仙人掌植株的最高点为上界,两次测量的时间间隔是 14 d,总共测量 5 次。详细记录每次测量时所得的仙人掌植株高度的数值,每次测量后,计算调查期间植株高度的增长量。试验结束后,进行数据处理和统计分析。

1.2.3 仙人掌新增茎片数量调查 在每次测量仙人掌植株高度的同时,用计数器分别按株计数仙人掌的茎片数量,前后 2 次计数的差值即为仙人掌新增的茎片数量。计算茎片的新增量。

1.2.4 仙人掌新增茎片的面积调查 用卷尺按株测量以上选取的 30 株仙人上新增茎片的长宽,室内按照椭圆面积公式计算出平均每株新增茎片的面积(双面)。

1.2.5 数据处理软件 本研究应用 SPSS16.0 统计分析软件^[6]进行数据分析。

1.2.6 方差分析方法:数据分析采用描述性统计分析和单因素方差分析方法。

2 结果与分析

2.1 3 种处理下的仙人掌株高、茎片数和新增茎片面积的统计

分别对处理 A、处理 B 和 CK 这 3 种类型的胭脂虫密度进行统计,得出处理 A 的胭脂虫平均密度为 200 头/株,处理 B 的胭脂虫平均密度为 1 610 头/株。CK 为没有寄生胭脂虫的对照组。对这 3 种处理下的仙人掌的植株高度、

茎片数量和新增茎片的面积进行测定,并进行描述性统计分析,结果见表 1。

从表 1 可知,处理 A、B 和 CK 的仙人掌植株平均高度增长量分别为 16.15、7.14、

32.81 cm;平均茎片数的增长量为 1.8、2.3、2.6 片;平均每株新增茎片面积的增长量为 833.20、651.29、1 975.03 cm²。初步说明胭脂虫寄生对寄主仙人掌的生长量有一定的影响。

表 1 3 种处理下的仙人掌株高、茎片数和新增茎片面积的统计

调查项目	处理	测量日期(年／月／日)	平均值	最大值	最小值	标准差	变异系数
株高 (cm)	A	2009 ／ 4 ／ 5	59.15	74.40	41.10	11.11	0.19
		2009 ／ 4 ／ 19	61.82	75.40	41.50	11.58	0.19
		2009 ／ 5 ／ 3	66.44	83.90	41.90	14.19	0.21
		2009 ／ 5 ／ 17	72.93	97.10	43.40	16.13	0.22
	B	2009 ／ 5 ／ 31	75.30	101.50	43.40	17.30	0.23
		2009 ／ 4 ／ 5	80.02	101.00	71.20	10.76	0.13
		2009 ／ 4 ／ 19	82.27	103.20	71.20	13.03	0.16
		2009 ／ 5 ／ 3	83.19	103.60	71.20	13.62	0.16
	CK	2009 ／ 5 ／ 17	85.15	105.00	71.20	14.71	0.17
		2009 ／ 5 ／ 31	87.16	105.80	71.20	14.84	0.17
		2009 ／ 4 ／ 5	68.07	79.00	49.30	9.08	0.13
		2009 ／ 4 ／ 19	74.86	91.10	63.30	10.54	0.14
茎片数(片／株)	A	2009 ／ 5 ／ 3	85.93	101.10	64.60	10.59	0.12
		2009 ／ 5 ／ 17	95.21	108.80	64.60	12.20	0.13
		2009 ／ 5 ／ 31	100.88	116.20	77.80	10.08	0.10
		2009 ／ 4 ／ 5	9.10	12.00	5.00	2.38	0.26
	B	2009 ／ 4 ／ 19	9.50	12.00	5.00	2.07	0.22
		2009 ／ 5 ／ 3	10.30	15.00	6.00	2.69	0.26
		2009 ／ 5 ／ 17	10.70	15.00	8.00	2.54	0.24
		2009 ／ 5 ／ 31	10.90	16.00	8.00	2.64	0.24
	CK	2009 ／ 4 ／ 5	16.20	27.00	9.00	5.07	0.31
		2009 ／ 4 ／ 19	16.60	27.00	9.00	5.15	0.31
		2009 ／ 5 ／ 3	17.30	29.00	9.00	5.40	0.31
		2009 ／ 5 ／ 17	18.30	32.00	9.00	6.50	0.36
新增茎片面积 (cm ² ／株)	A	2009 ／ 5 ／ 31	18.50	32.00	9.00	6.64	0.36
		2009 ／ 4 ／ 5	12.40	17.00	6.00	3.17	0.26
		2009 ／ 4 ／ 19	13.50	18.00	6.00	3.34	0.25
		2009 ／ 5 ／ 3	14.50	19.00	9.00	2.76	0.20
	B	2009 ／ 5 ／ 17	14.90	23.00	9.00	3.63	0.24
		2009 ／ 5 ／ 31	15.00	23.00	9.00	3.65	0.24
		2009 ／ 5 ／ 17	639.09	1 882.19	0	745.04	1.17
		2009 ／ 5 ／ 31	833.20	2 185.32	0	822.28	0.99
	CK	2009 ／ 5 ／ 17	459.11	2 519.21	0	769.36	1.68
		2009 ／ 5 ／ 31	651.29	3 034.39	0	923.15	1.42
		2009 ／ 5 ／ 17	1 494.66	3 797.40	0	1 162.95	0.78
		2009 ／ 5 ／ 31	1 975.03	4 279.79	136.85	1 360.29	0.69

2.2 胭脂虫寄生对仙人掌株高的影响

不同处理下仙人掌高度增加比例如图 1。从图 1 中可以看出,不同处理下仙人掌株高的增长比例曲线不同,说明胭脂虫的寄生对仙人掌株高的增长产生了一定影响,CK 组的斜率最大,说明该组的增长最快;处理 A 的斜率居中,

说明该组的增长速度大于处理 B,但小于 CK;处理 B 的斜率最小,说明该组的增长速度最慢。从整段时间的增加值来看,CK 组的仙人掌株高平均增长了 48.2%,处理 A 的仙人掌株高平均增长了 27.22%,而处理 B 的仙人掌株高平均增长只有 9.2%。随着胭脂虫密度的增

加,仙人掌株高的增长量相应的减少,说明胭脂虫的寄生对仙人掌株高的增长有一定抑制作用。通过单因素方差分析得出,处理 A 和处理 B 之间的差异性显著,而处理 A、处理 B 和 CK 之间的差异性极其显著。

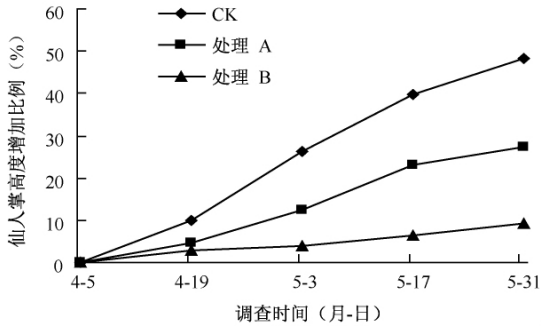


图 1 2009 年不同处理下仙人掌高度增加比例

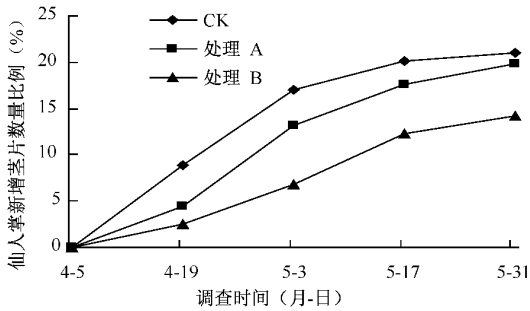


图 2 2009 年不同处理下仙人掌新增茎片数量比例

2.3 胭脂虫寄生对仙人掌新增茎片数量的影响

不同处理下仙人掌新生茎片数量见图 2。从图 2 中可以看出,胭脂虫的寄生对仙人掌新增茎片数量的影响情况与仙人掌株高变化情况相近,只是差异性没有株高变化明显。CK 组仙人掌茎片数量增加了 20.97%,处理 A 组仙人掌茎片数量增加了 19.78%,而处理 B 组仙人掌的茎片数量只增加 14.2%。

2.4 胭脂虫寄生对仙人掌新增茎片面积的影响

不同处理下仙人掌新增茎片面积情况见图 3。从图 3 中可以看出,未被胭脂虫寄生的仙人掌新增茎片的面积比被胭脂虫寄生的仙人掌大 2 倍多,有少量胭脂虫寄生的仙人掌植株比有

大量胭脂虫寄生的仙人掌植株新增茎片面积大。

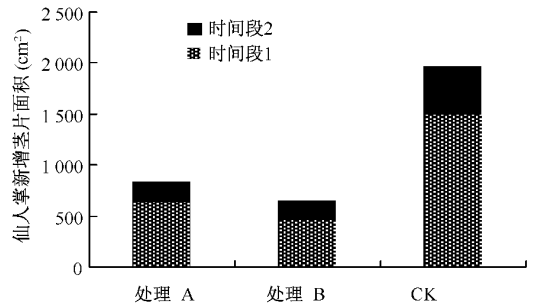


图 3 2009 年不同处理下仙人掌新增茎片面积

从以上 3 个方面可以得出,胭脂虫的寄生对仙人掌的生长有一定的抑制作用,随着胭脂虫寄生密度的增加,仙人掌植株生长量的增加相应减少。

2.5 胭脂虫寄生对仙人掌生长规律的影响

在不同时段内各处理下仙人掌高度及新增茎片数量如图 4、图 5。

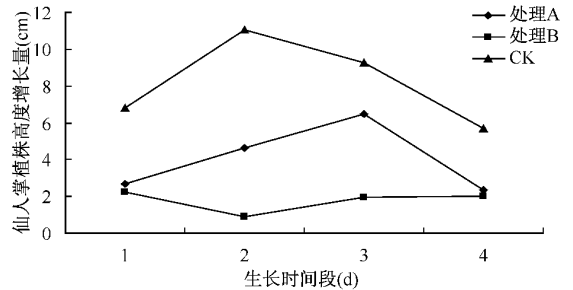


图 4 不同时间段内仙人掌植株高度增长量

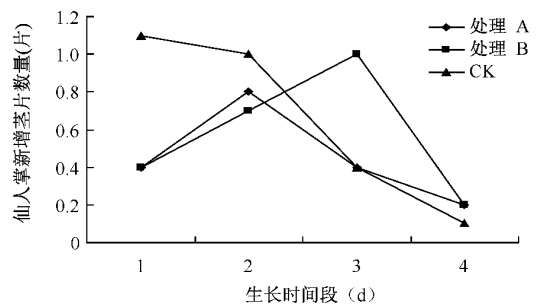


图 5 不同时间段内仙人掌新增茎片数量

从图 4 可以看出,在没有胭脂虫寄生下,仙人掌植株高度的增长量随时间的增长是先增加后减少,曲线呈“^”型,在中间有一个最大值;

随着胭脂虫密度的增加,当达到 200 头/株以上时,仙人掌植株高度增长量的最高峰出现的时间也随之推迟;而当胭脂虫的密度达到每株 1 600 头以上时,则仙人掌的生长曲线无规则。

从图 5 可以看出,在没有胭脂虫寄生时仙人掌植株新增茎片的数量一开始就达到最高峰;而寄生有胭脂虫的仙人掌植株新增茎片的数量随着时间的增长先增加后减少;3 种处理中仙人掌植株新增茎片最高峰出现的顺序为 CK、处理 A、处理 B。

从以上分析结果可以看出,胭脂虫的寄生会导致仙人掌生长高峰的推迟,其原因可能是与寄主植物的抗生性有关系,仙人掌植株在没有胭脂虫寄生的时候能正常生长,当受少量胭脂虫寄生后开始做出反应,以抵抗胭脂虫的为害,但因抗生反应有一个滞后性,所以在开始时生长量增加缓慢,当抗生反应开始作用时,仙人掌植株的生长量就会又慢慢加快。每株仙人掌植株中的营养物质是相对恒定的,胭脂虫的寄生密度越大,抗生反应滞后的时间就会越长,如果胭脂虫的密度过大,过量消耗仙人掌内的营养物质,就会导致仙人掌的死亡。

2.6 不同处理的仙人掌定性性状观察

对这 3 种处理下的仙人掌植株进行观察发现,在胭脂虫寄生密度最大的处理 B 下仙人掌植株有 2 株倒伏,13 片茎片由于干枯而死亡,2 片茎片腐烂,干枯和腐烂均是从茎片开始,未发现先从根部死亡现象;在胭脂虫寄生密度较小的处理 A 中仙人掌植株中有 1 株倒伏,2 片茎片由于干枯而死亡;而在没有胭脂虫寄生的仙人掌植株中没有倒伏和茎片死亡的现象出现。

3 小结

胭脂虫的寄生对仙人掌的生长有抑制作用,被寄生的仙人掌植株高度、新增茎片数量和新增茎片的面积增长量均低于未被寄生的仙人掌,且在不同的时间内增长率存在差异。当胭脂虫寄生密度过大时,会由于吸食过量寄主的营养及水分而导致仙人掌植株干枯死亡,少量茎片腐烂。

胭脂虫寄生与否以及寄生密度对整株仙人掌的生长影响不一样反应了胭脂虫和寄主植物在长期的协同进化过程中采取的防御和反防御机制。对于寄主植物而言,被寄生的植株的营养物质有部分被胭脂虫吸收,生长肯定受到影响,但是植物仍然保持着相当的活动能力,可以对营养物质的减少作出适量的补偿,这是植物耐受性的表现形式之一,如果被寄生过量,营养物质被消耗过多,植物会丧失补偿能力或补偿能力下降,从理论上来说,当昆虫寄生的密度达到一个临界点,植物自身刚好不能补偿胭脂虫的为害所损失的营养物质,会导致寄主植物的死亡,这个值可作为寄主植物最大耐虫量的指标。目前在生产实际中,有一部分仙人掌植株由于胭脂虫寄生密度过大而死亡,今后需在摸清胭脂虫种群数量动态及寄主植物耐虫量的基础上,控制好接种的种虫数量及寄生数量,保证寄主仙人掌植株既能够正常生长发育,茎片能被充分利用,同时又能多生产胭脂虫原料。

参 考 文 献

- 1 胡飞,孔垂华. 寄生植物对寄主植物的化学识别. 生态学报,2003,23(5):965~971.
- 2 王琛柱,钦俊德. 昆虫与植物的协同进化:寄主植物—铃夜蛾—寄生蜂相互作用. 昆虫知识,2007,44(3):311~319.
- 3 蔡双虎,程立生,沙林华. 二斑叶螨为害与寄主植物叶绿素含量变化的关系. 热带作物学报,2003,24(9):54~57.
- 4 谭德远,郭泉水,王春玲,等. 寄生植物肉苁蓉对寄主梭梭生长及生物量的影响研究. 林业科学研究,2004,17(4):472~478.
- 5 陈又清,王绍云. 紫胶蚧寄生对久树生长的影响. 昆虫知识,2006,43(4):549~552.
- 6 De Lotto G. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae). J. Ent. Soc. Sth. Afr., 1974, 37(1):167~193.
- 7 Brutsch M., Zimmermann H. The prickly pear (*Opuntia ficus-indica* [Cactaceae]) in South Africa: utilization of the naturalized weed, and of the cultivated plants. Economic Botany,1993, 47(2):154~162.
- 8 Zimmermann H. Underrated plant may become a money spinner. Plant Protection News, 1995,(42):9~10.
- 9 Giuseppe B., Paolo I., Eulogio P. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Food and Agriculture Organization of

- the United Nations, Rome, Italy, 1996. 167 ~ 184.
- 10 张忠和, 石雷, 徐珑峰, 等. 世界胭脂虫的研究和利用概况. 林业科学研究, 2002, 15(6): 719 ~ 726.
- 11 张忠和, 杨勋章, 王自力, 等. 胭脂虫实验种群研究. 林业科学研究, 2003, 16(3): 254 ~ 261.
- 12 张忠和, 石雷, 徐涛, 等. 胭脂虫与寄主仙人掌的关系. 林业科学研究, 2004, 17(3): 321 ~ 326.
- 13 张忠和, 陈晓鸣, 石雷, 等. 基于生命表技术的胭脂虫适生性研究. 林业科学研究, 2004, 17(4): 484 ~ 489.
- 14 张忠和, 秦志虹, 卢振龙, 等. 胭脂虫高产培育试验. 西南农业学报, 2008, 21(4): 160 ~ 164.
- 15 张忠和, 卢振龙, 秦志虹, 等. 胭脂虫的行为及生殖特性. 昆虫知识, 2008, 45(4): 611 ~ 615.
- 16 罗应婷, 杨钰娟编著. SPSS 统计分析从基础到实践. 北京: 电子工业出版社, 2007. 169 ~ 186.