

文章编号: 100F 1498(2004) 03 032F 06

# 胭脂虫与寄主仙人掌的关系

张忠和<sup>1</sup>, 石雷<sup>1\*</sup>, 徐涛<sup>2</sup>, 徐珑峰<sup>1</sup>, 万友铭<sup>1</sup>, 陈晓鸣<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 昆明 650224; 2. 云南大学生物系, 昆明 650091)

摘要: 对采自 10 个地方的仙人掌进行胭脂虫放虫试验, 并对仙人掌进行解剖及营养成分分析, 结合胭脂虫的生长情况对胭脂虫与仙人掌种类、内部构造及营养成分的关系进行研究, 结果表明, 胭脂虫在梨果仙人掌、朱耳掌及缩刺仙人掌上均能寄生, 但以梨果仙人掌最好; 从秘鲁引进的梨果仙人掌及云南禄丰的梨果仙人掌上胭脂虫生长较好; 少刺型的梨果仙人掌上胭脂虫生长比多刺型梨果仙人掌好; 仙人掌的表皮越厚, 胭脂虫的生长越差, 而胭脂虫的寄生能刺激仙人掌维管束的发育; 仙人掌中蛋白质、水分含量对胭脂虫的生长具有显著影响。

关键词: 胭脂虫; 仙人掌; 寄生

中图分类号: S789.8 文献标识码: A

胭脂虫(Cochineal) 是一种重要的工业原料昆虫<sup>[1~5]</sup>, 自 2000 年中国林科院资源昆虫研究所从国外引种以来, 已经在云南元江、禄丰、景东、六库等多个地方进行繁养。现已基本摸清了胭脂虫的生物学特性及温度、湿度和光照等部分生态因子对其种群发展的影响<sup>[6,7]</sup>, 但对胭脂虫与其寄主仙人掌关系的研究尚属首次。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究材料

胭脂虫与仙人掌种类及内部构造关系研究试用的仙人掌采自云南昆明、玉溪、元江(从秘鲁引进后种植)、禄丰、祥云、南涧、元谋、富源以及贵州兴仁、望谟 10 个县(市)。其中昆明的仙人掌为朱耳掌(*Opuntia tuna* Linn.), 富源的仙人掌为缩刺仙人掌(*Opuntia stricta* Haw.), 其它 8 个地方的仙人掌均为梨果仙人掌(*Opuntia ficus-indica* Mill.), 元谋、玉溪的仙人掌刺较多, 为梨果仙人掌中的多刺型; 元江、禄丰、祥云、南涧、兴仁、望谟的刺较少, 为梨果仙人掌中的少刺型; 但彼此之间存在细微差别, 为不同的地理种源。

胭脂虫与仙人掌营养关系研究试用的寄主材料为元谋多刺型梨果仙人掌、昆明朱耳掌、贵州少刺型梨果仙人掌、禄丰少刺型梨果仙人掌、从秘鲁引进的少刺型梨果仙人掌以及寄生有胭

收稿日期: 2003 12 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(2002C0027Q) 资助项目。

作者简介: 张忠和(1970—), 男, 贵州兴义人, 助理研究员。主要从事胭脂虫培育技术研究。

\* 通讯作者

脂虫的禄丰少刺型梨果仙人掌。胭脂虫种为 *Dactylopius confusus* (Cockerell)。

## 1.2 研究方法

1.2.1 胭脂虫与仙人掌种类、种源及内部构造的关系 将收集到的各地的仙人掌种植于云南省禄丰县中国林科院滇中高原试验站同一试验地中, 1 a 后在每种仙人掌寄主上同一时间接种胭脂虫雌成虫, 每种仙人掌接种 30 株, 每株接种 10 头雌成虫, 待完成 1 世代后, 计数每一株仙人掌上胭脂虫的雌成虫数, 并在各种仙人掌上各取 30 头成熟雌成虫测定大小和怀卵量。采集各个地方的仙人掌样品, 进行结构解剖, 比较这些仙人掌解剖结构的差异, 结合胭脂虫的生长状况, 初步分析出仙人掌种类、种源和内部构造对胭脂虫生长发育的影响。

1.2.2 胭脂虫与仙人掌营养成分的关系 选有典型代表性的元谋多刺型梨果仙人掌、昆明朱耳掌、贵州少刺型梨果仙人掌、禄丰少刺型梨果仙人掌、从秘鲁引进的少刺型梨果仙人掌以及寄生有胭脂虫的禄丰少刺型梨果仙人掌 6 种材料, 每种采仙人掌茎片样本 1 kg 进行水分、蛋白质、粗纤维、 $V_C$ 、总糖、总酸及微量元素 6 个项目的测定。结合各种仙人掌上胭脂虫的生长发育状况, 初步分析出仙人掌营养成分对胭脂虫生长发育的影响。

1.2.3 数据处理软件 用 Excel 及 Spss 10.0 for windows 统计软件对数据进行分析处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 胭脂虫与仙人掌种类及地理种源的关系

不同地方仙人掌寄主上胭脂虫收放比及大小和怀卵量的测定结果如表 1。

表 1 不同地方仙人掌上的胭脂虫测定结果

地点	仙人掌种类	样本数/株	收放比	雌成虫大小/mm		怀卵量/(粒·雌 <sup>-1</sup> )
				平均长	平均宽	
元江	<i>O. ficus indica</i>	30	16.4:1	3.48	2.62	194.5
玉溪	<i>O. ficus indica</i>	30	3.3:1	3.80	2.78	268.0
禄丰	<i>O. ficus indica</i>	30	13.5:1	3.27	2.60	237.9
元谋	<i>O. ficus indica</i>	30	5.1:1	3.74	3.00	267.8
祥云	<i>O. ficus indica</i>	30	8.7:1	3.72	3.08	376.3
望谟	<i>O. ficus indica</i>	30	3.8:1	3.72	2.68	278.6
兴仁	<i>O. ficus indica</i>	30	5.2:1	3.74	2.98	258.3
昆明	<i>O. tuna</i>	30		(仅有少数若虫)		
富源	<i>O. stricta</i>	30		(仅有极少数若虫)		

从表中可以看出, 各地方梨果仙人掌上胭脂虫均能寄生并正常生长发育完成世代, 在朱耳掌和缩刺仙人掌上胭脂虫也能寄生, 但发育迟缓, 且寄生数量相对较少。在梨果仙人掌种中, 从雌成虫收放数量的比例来看, 以元江的仙人掌放虫效果最好, 收放比例达到 16.4 左右, 禄丰其次, 收放比例为 13.5:1, 而玉溪、元谋、祥云、望谟、兴仁的仙人掌上胭脂虫收放比较小, 为 3.3~8.7:1 左右; 少刺型的梨果仙人掌种上的收放比多于多刺型, 平均收放比为 10:1, 而多刺型平均收放比为 4:1。

从各地方仙人掌上培育的胭脂虫雌成虫体的大小上比较, 梨果仙人掌上胭脂虫雌成虫大小差异不明显, 其中以祥云的仙人掌上虫体最大。

对不同地方仙人掌上胭脂虫雌成虫的怀卵量比较, 祥云的仙人掌上胭脂虫雌成虫怀卵量

比其它地方仙人掌上胭脂虫的怀卵量都高, 而元江的仙人掌上胭脂虫雌成虫的怀卵量最少, 其它几个地方仙人掌上雌成虫的怀卵量相差不大。

上述结果可以得出: 从收放比来看, 元江和禄丰的仙人掌较为适宜该种胭脂虫的培育; 从培育的胭脂虫雌成虫虫体大小及怀卵量上比较, 祥云的仙人掌较适合于胭脂虫的培育, 并且该地方的仙人掌上培育的胭脂虫收放比也较大。因此, 结合培育的胭脂虫数量和质量两方面的结果得出, 元江、禄丰和祥云的仙人掌较为适宜胭脂虫的培育。

## 2.2 胭脂虫与仙人掌内部构造的关系

从解剖中发现, 各种仙人掌叶状茎的横切面, 由外向内主要由角质层、表皮、皮层、维管束、髓几部分组成, 等同于一般维管植物茎的初生构造。仙人掌茎的结构解剖结果见表 2。

表 2 仙人掌茎的解剖结果

地点	仙人掌种类	角质层	表皮	皮层		维管束(大)		筛管 厚度	髓		结晶体
				机械组织	薄壁组织	韧皮部	木质部		大	小	
南涧	<i>O. ficus-indica</i>	5.09	15.87	94.99	2 085.88	192.50	583.00	59.13	4 688.75	4 083.75	有
元江	<i>O. ficus-indica</i>	7.15	9.97	86.21	1 641.75	66.00	429.00	56.38	4 826.25	3 520.00	有
玉溪	<i>O. ficus-indica</i>	4.13	11.41	91.44	2 296.25	231.00	610.50	53.63	6 008.75	5 500.00	有, 少
禄丰	<i>O. ficus-indica</i>	6.19	12.20	80.85	2 508.00	165.00	775.50	63.25	10 092.50	7 975.00	有, 少
元谋	<i>O. ficus-indica</i>	3.44	15.90	78.79	1 963.50	132.00	390.50	71.50	6 242.50	5 225.00	有, 很少
祥云	<i>O. ficus-indica</i>	4.40	13.56	88.83	1 725.63	209.00	814.00	67.38	6 668.75	4 620.00	有
望谟	<i>O. ficus-indica</i>	5.50	15.13	96.53	1 750.38	104.50	418.00	53.63	6 393.75	5 658.13	有
兴仁	<i>O. ficus-indica</i>	6.60	11.78	87.59	2 200.00	181.50	1 067.00	49.50	7 555.63	6 180.63	有
昆明	<i>O. tuna</i>	6.88	12.07	52.25	880.00	55.00	233.75	89.38	990.00	907.50	有
富源	<i>O. stricta</i>	4.54	13.75	104.23	2 409.00	71.50	495.00	66.00	7 129.38	6 283.75	有, 少
禄丰	<i>O. ficus-indica</i> (有虫)	5.36	12.38	84.43	2 403.50	302.50	627.00	82.50	5 197.50	4 221.25	较多

从仙人掌种类水平上比较, 各种仙人掌结构上存在明显差别, 朱耳掌的整个叶状茎的厚度最薄, 只能达到梨果仙人掌的 1/3 左右。值得注意的是其皮层薄壁组织厚度为其他两个种的 1/3~ 1/2, 大维管束厚度为其他两种的 1/2~ 1/4, 而将该种仙人掌取回室内进行培育胭脂虫时, 在短时间内即干枯, 胭脂虫不能完成世代, 因此认为其皮层薄与维管束小是导致该仙人掌失水较快的主要原因。从皮层机械组织上看, 朱耳掌最薄, 为 52.25  $\mu\text{m}$ ; 缩刺仙人掌最厚, 为 104.23  $\mu\text{m}$ , 而各地的梨果仙人掌皮层机械组织厚度相差不多, 为 80~ 96  $\mu\text{m}$ , 而胭脂虫的生长情况为梨果仙人掌上的好, 其它两种仙人掌上的差, 因此, 初步认为仙人掌皮层机械组织与胭脂虫的生长发育有密切关系。在维管束方面, 朱耳掌和缩刺仙人掌大维管束韧皮部一般比梨果仙人掌要小得多, 朱耳掌为 55.0  $\mu\text{m}$ , 缩刺仙人掌为 71.4  $\mu\text{m}$ , 而梨果仙人掌多数在 100  $\mu\text{m}$  以上, 而韧皮部为植物运输有机营养物质的重要部位, 因此认为大维管束韧皮部的大小对胭脂虫的寄生也有影响。

对梨果仙人掌的两个变型——多刺梨果仙人掌与少刺梨果仙人掌进行比较, 两个变型在表皮、皮层、维管束与髓部各部分均未有明显差别, 但这两种变型上胭脂虫的生长情况却有较大差异, 这可能与仙人掌刺的多少有密切关系。

对不同地方的梨果仙人掌进行比较, 发现在表皮厚度方面, 元江最薄, 禄丰次之, 祥云最

厚,而胭脂虫的收放比为元江最高,禄丰次之,祥云较低,初步表明表皮越厚,胭脂虫的繁育越差;在皮层部位,元江、禄丰的仙人掌皮层机械组织较薄,分别为 80  $\mu\text{m}$  和 86  $\mu\text{m}$ ,而这两个地方的胭脂虫生长较好,显示皮层机械组织越薄越有利于胭脂虫寄生。元江的仙人掌皮层薄壁组织最薄,为 1 641  $\mu\text{m}$ ,禄丰最厚,为 2 508  $\mu\text{m}$ ,但这两个地方的仙人掌上胭脂虫的繁育均较好,因此,初步认为皮层薄壁组织与胭脂虫的寄生关系不大。在维管束和髓两方面,也看不出胭脂虫的寄生与这两方面存在着必然的联系。

另外,对禄丰寄生胭脂虫与否的梨果仙人掌叶状茎进行解剖,发现在表皮方面,有虫的表皮厚度为 12.38  $\mu\text{m}$ ,无虫的为 12.20  $\mu\text{m}$ ,差别不大;表皮角质层有虫为 5.38  $\mu\text{m}$ ,比无虫的表皮角质层 6.19  $\mu\text{m}$  较薄;从皮层部位来看,有虫的皮层机械组织略有加厚,皮层薄壁组织比无虫的略厚;从维管束的情况来看,无虫的大维管束韧皮部为 165  $\mu\text{m}$ ,而有虫的为 302  $\mu\text{m}$ ,加厚了近一半,从组织切片中也可以看出,有虫的仙人掌维管束明显加密、增厚,从筛管的厚度比较,无虫为 63.25  $\mu\text{m}$ ,而有虫为 82.50  $\mu\text{m}$ ,有明显加厚,说明胭脂虫能刺激仙人掌维管束的发育,也初步表明胭脂虫的口针有可能刺到仙人掌的筛管中进行吸食。

### 2.3 胭脂虫与仙人掌营养成分的关系

从仙人掌茎的营养成分测定结果(表 3)中看出,多刺型梨果仙人掌比少刺型梨果仙人掌含糖量高,元谋多刺型梨果仙人掌的总糖含量为 2.91%,而贵州少刺型梨果仙人掌的总糖含量为 2.76%,禄丰少刺型梨果仙人掌总糖含量为 1.86%,从秘鲁引进的梨果仙人掌总糖含量最低,为 0.64%;朱耳掌的总糖含量一般比梨果仙人掌的低,为 0.86%。从胭脂虫在这些仙人掌上的生长情况看,发现在秘鲁的仙人掌上胭脂虫的繁育最好(由于胭脂虫的大小相差不大,因此从收放比上比较),而其含糖量最低;禄丰的仙人掌上胭脂虫的繁育较元江差,仙人掌的含糖量比元江高;元谋和贵州的仙人掌的含糖量最高,胭脂虫的繁育却最差。从本次实验的结果来看,似乎是梨果仙人掌中的含糖量越低,胭脂虫的繁育越好,但糖类物质作为昆虫生长发育所必需的主要成分,理应是含量越高,昆虫发育越好,因此,仙人掌的总糖含量与胭脂虫的关系有必要再进行深入研究。

表 3 仙人掌营养成分测定结果

仙人掌类别	胭脂虫收放比	总糖/%	总酸/%	维生素 C/ ( $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ )	蛋白质/%	粗纤维/%	水分/%
I	5.06	2.91	0.28	7.17	0.77	7.26	90.6
II	0	0.86	0.57	15.60	1.41	7.91	89.3
III	3.82	2.76	0.27	11.80	1.05	7.20	89.9
IV	13.45	1.86	0.38	11.77	1.11	4.91	92.8
V	16.42	0.64	0.51	8.07	1.18	7.98	93.7
VI	—	2.45	0.31	19.27	0.95	8.25	90.4

注: I. 元谋多刺型梨果仙人掌; II. 昆明朱耳掌; III 贵州少刺型梨果仙人掌; IV. 禄丰少刺型梨果仙人掌; V. 从秘鲁引进的梨果仙人掌; VI 寄生有胭脂虫的禄丰少刺型梨果仙人掌。

从总酸的含量上看,元江从秘鲁引进的仙人掌的总酸含量最高,为 0.51%;禄丰其次,为 0.38%;贵州和元谋的含量较低,为 0.27%~0.28%。而胭脂虫的繁育与此相对应,元江最好,禄丰其次,贵州和元谋较差。这说明仙人掌的总酸含量对胭脂虫的繁育具有一定的影响。

从 $V_c$ 的含量上比较,贵州的仙人掌为 $11.80\text{ mg}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ ,禄丰的仙人掌为 $11.77\text{ mg}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ ,从秘鲁引进的仙人掌含量为 $8.07\text{ mg}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ ,元谋为 $7.17\text{ mg}\cdot(100\text{ g})^{-1}$ ,元谋的仙人掌的含量最低,其次为元江从秘鲁引进的仙人掌,贵州和禄丰的仙人掌 $V_c$ 的含量相当。从胭脂虫的生长情况来看,元谋的仙人掌上胭脂虫增殖少,但虫体相对较大,元江的仙人掌上增殖多,但虫体较小,禄丰的仙人掌上胭脂虫也呈类似情况,贵州的仙人掌上增殖少,但虫体较大,与元谋类似。另外,昆明朱耳掌中 $V_c$ 的含量最高,但胭脂虫生长最差。因此,从本次实验的情况看,仙人掌中 $V_c$ 的含量对胭脂虫的生长发育没有太大的关系。

从仙人掌中蛋白质含量上比较,元江从秘鲁引进的仙人掌蛋白质的含量最高,为1.18%;禄丰其次,为1.11%;贵州和元谋的略低,贵州为1.05%,元谋为0.77%。胭脂虫的增殖为元江的仙人掌上最好,禄丰其次,贵州和元谋的仙人掌上稍差,与仙人掌中的蛋白质含量几乎呈正相关关系,蛋白质含量越高,胭脂虫的收获就越多(图1)。从梨果仙人掌的类型上比较,多刺型比少刺型蛋白质含量低,多刺型为0.77%,少刺型为1.05%~1.18%,而胭脂虫的生长情况也是多刺型仙人掌较少刺型仙人掌差,说明仙人掌中蛋白质越高,胭脂虫生长越好。对禄丰是否有胭脂虫寄生的仙人掌的蛋白质含量进行比较,寄生有胭脂虫的梨果仙人掌比没有胭脂虫寄生的梨果仙人掌蛋白质含量低。

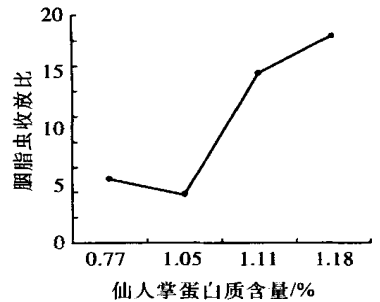


图1 仙人掌蛋白质含量与胭脂虫收获比的关系曲线

从粗纤维的含量上比较,元江从秘鲁引进的仙人掌粗纤维含量为7.98%,贵州和元谋的仙人掌为7.20%~7.26%,禄丰的仙人掌粗纤维含量最低,为4.91%。结合胭脂虫的生长情况进行分析,元江的仙人掌粗纤维的含量最高,胭脂虫生长也最好,但贵州和元谋的仙人掌粗纤维含量均比禄丰高,但胭脂虫的生长情况却不及禄丰,由此看来,并非是粗纤维含量越高,胭脂虫的生长就越好,胭脂虫的增殖与仙人掌中粗纤维含量的关系并不明显。对禄丰有虫和无虫的仙人掌粗纤维含量进行比较,寄生有胭脂虫的梨果仙人掌比没有胭脂虫寄生的梨果仙人掌粗纤维含量有显著升高,有虫的粗纤维含量为8.25%,无虫的为4.91%。

从仙人掌的含水量上进行分析,元江从秘鲁引进的仙人掌的含水量最高,占总质量的93.7%,其次为禄丰本地的仙人掌,其含水量占总质量的92.8%,元谋和贵州的仙人掌含水量相对较少,为总质量的90%左右。结合胭脂虫的生长情况进行分析,发现胭脂虫的增殖与仙人掌的含水量存在着正相关关系,仙人掌含水量越多,胭脂虫的收获越多(图2)。对禄丰有虫和无虫的仙人掌的含水量进行比较,有虫寄生为90.4%,而无虫寄生为92.8%,这说明胭脂虫的寄生能导致仙人掌的失水。

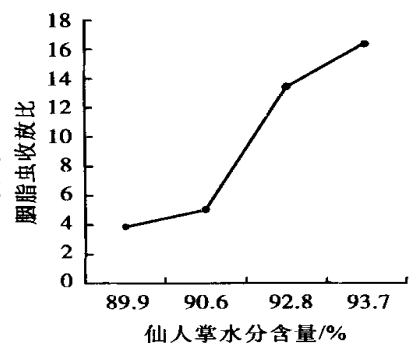


图2 仙人掌水分含量与胭脂虫收获比的关系曲线

利用SPSS 10.0 for windows 统计软件中多元回归分析方法进行分析,结果显示,水分、蛋白质、粗纤维含量这3个变量入选到回归方程中,而总糖、总酸及 $V_c$ 3个变量被剔除到方程外,表明水分、粗纤维、蛋白质

含量对胭脂虫下一代雌成虫数量有显著影响,总糖、总酸及  $V_C$  的影响不显著,证明水分和蛋白质含量确实对胭脂虫的生长具有显著影响。

### 3 结果

(1) 胭脂虫在梨果仙人掌、朱耳掌及缩刺仙人掌3种仙人掌上均能寄生,但在梨果仙人掌上生长较快,并且繁育数量较多,而在朱耳掌及缩刺仙人掌上生长较慢,且繁育数量较少。

(2) 从秘鲁引进的梨果仙人掌及云南禄丰和祥云本地的仙人掌对胭脂虫的培育较好;少刺型的梨果仙人掌上胭脂虫生长要比多刺型梨果仙人掌好。

(3) 仙人掌叶状茎由外向内主要由角质层、表皮、皮层、维管束、髓组成。仙人掌的表皮越厚,胭脂虫的生长越差;胭脂虫的寄生能刺激仙人掌维管束的发育。

(4) 仙人掌中蛋白质、水分含量对胭脂虫的生长具有显著影响。

### 参考文献:

- [1] Gema Perez Guerra, Michael Kosztarab. 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: 1~ 92
- [2] 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
- [3] Giuseppe Barbera, Paolo Inglese, Eulogio Pimienta Barrios. Agror ecology, cultivation and uses of cactus pear[M]. Rome, Itali: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996
- [4] 郑乐怡, 归鸿. 昆虫分类[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1999
- [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] 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
- [7] 张忠和, 石雷, 徐珑峰. 胭脂虫的形态分类及生物学特性概述[J]. 西南林学院学报, 2002, 22(4): 67~ 71

## Study on the Relationship between Cochineal and Cacti

ZHANG Zhong-he<sup>1</sup>, SHI Lei<sup>1</sup>, XU Tao<sup>2</sup>, XU Long-feng<sup>1</sup>, WAN You-ming<sup>1</sup>, CHEN Xiao-ming<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China;

2. Biological Department of Yunnan University, Kunming 650091, Yunnan, China)

**Abstract:** The cochineal (*Dactylopius confusus*) were cultured on cacti collected from ten different counties and the anatomical structure and nutritional components of cacti were analyzed to study the relationship between cochineal and cacti. The results showed that cochineal could host on *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia tuna*, and *Opuntia stricta*, but it grew best on *Opuntia ficus-indica*, and in the species *Opuntia ficus-indica*, cochineal grew on cacti that imported from Peru and native cacti in Lufeng County of Yunnan Province were better than that of growing on other cacti, and the cochineal grew on spineless cacti were better than that of growing on spinous cacti. The thicker the epiderm of cacti, the worse the cochineal grew. The cochineal could stimulate development of vascular bundle of cacti. Protein and water content of cacti had significant influence to cochineal growth.

**Key words:** cochineal; cacti; host