应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(2): 562−572. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2014.066

胭脂虫 *Dactylopius coccus* Costa 培育方法研究*

陈海游** 张忠和***

（中国林业科学研究院资源昆虫研究所 昆明 650224）

摘 要 **【目的】** 为探索胭脂虫 *Dactylopius coccus* 高产培育新方法。**【方法】** 胭脂虫的室内培养模式有采摘茎片培育模式和种植培育模式两种。本研究在采摘茎片模式下开展了培育环境构筑、平铺培育、接种方式、蔗糖培育等培育技术的研究；在种植模式下进行了接种方式、轮放培育和寄主高度控制的培育技术研究。**【结果】** 探索出胭脂虫在两种模式下的新培育方法。**【结论】** 在采摘茎片培育模式下，采用松针覆土保湿效果较好；平铺培育产量较高，值得推广；悬挂培育宜采用网兜内置谷草接种方式。蔗糖对胭脂虫有明显助食作用，喷洒适当浓度的蔗糖有助于提高胭脂虫的产量。在种植模式下，宜进行轮放培育，寄主植株高度控制在 100 cm 之内且茎片级数在 4 级之内，可避免植株倒伏及断离。采用纱网撒种方式，可节约接种环节中大量人力。

关键词 胭脂虫，仙人掌，培育，平铺模式，轮放，蔗糖

Research on methods of cultivating cochineal (*Dactylopius coccus* Costa)

CHEN Hai-You** ZHANG Zhong-He***

(The Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650224, China)

Abstract **[Objectives]** To explore new methods of cultivating cochineal. **[Methods]** There are two modes of cultivating cochineal (*Dactylopius coccus* Costa) in greenhouses, one is the host stem slicing mode, and the other is the host planting mode. In this paper, cultivation technology used in slicing mode, including cultivation environment, horizontal stem cultivating method, inoculating methods and providing sucrose to feed the cochineal insect, were explored. Furthermore, aspects of the planting mode, including inoculating methods, alternate inoculation and host height control were also explored. **[Results]** New cultivation methods were developed for both modes. **[Conclusion]** With regard to the slicing mode, a better cultivation environment can be created using pine needles, soil and water; the horizontal stem cultivation method produces high yields; straw should be put in the inoculating bag when cactus stems are suspended to cultivate cochineal; a suitable concentration of sucrose was helpful to improve cochineal production. With regard to the planting mode, alternate inoculation should be adopted; the height of host plants should be < 100 cm and spreading cochineal insects on gauze to inoculate the plants can save significant labour costs.

Key words cochineal, cactus, cultivation, horizontal mode, alternate operation, sucrose

由于胭脂虫 *Dactylopius coccus* Costa 引入我国后在室外培育易受雨水冲刷，在野外培育胭脂虫是不可行的，目前在我国尚未找到可在野外培育胭脂虫的适宜地区，胭脂虫培育均在大棚内进

* 资助项目：林业公益性行业科研专项（201204602）；中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金（RIRICAF201005M）；国家林业局星火项目（2005EA169004）

**E-mail: 664506179@163.com

***通讯作者，E-mail: zhzhang.caf@163.com

收稿日期：2013-08-23，接受日期：2013-11-13

行。目前室内培育胭脂虫有两种模式，一种是采摘茎片培育模式，即在室外培育寄主仙人掌，待掌片肥厚时采下于大棚中培育胭脂虫；另一种是种植培育模式，即在野外栽种寄主仙人掌，待掌片肥厚、数量多且植株粗壮时，将仙人掌植株移植于大棚内进行胭脂虫培育（赖为民等，2010；冷锋等，2010；陈海游等，2013）。冷锋等（2010）通过对胭脂虫产量的评估来对种植培育模式和悬挂培育模式进行比较，得出利用近 3 年生梨果仙人掌培育胭脂虫，种植培育模式每年每 667 m^2 约可产胭脂虫干虫 32 kg，悬挂培育模式每年每 667 m^2 仙人掌寄主林所生产的茎片约可产胭脂虫干虫 9.36 kg，说明种植模式比悬挂模式好。但因广大山区坡度较大，不可能大面积建大棚，只能在室外培育寄主后，采摘茎片置于室内培育，因此采摘茎片悬挂培育模式仍有其研究价值及现实意义。

本文针对两种培育模式进行了多项研究，既有对传统方法的改进，又探索新方法，以期为生产上胭脂虫的高产培育提供科学的理论依据。

1　材料与方法

1.1　材料及试验地

昆虫材料：胭脂虫 *Dactylopius coccus* Costa；

寄主植物材料：梨果仙人掌（*Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Miller）；

试验地：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试验站。

1.2　试验设计

1.2.1　采摘茎片培育模式

1.2.1.1　培育环境构建　胭脂虫培育需要适宜环境才能获得最佳产量，温度和湿度是胭脂虫培育最重要的环境因子（张忠和等，2004；张建云等，2009）。通过 3 组试验构筑的环境温湿度及雌成虫测定结果，研究环境构筑可行性。在 3 组环境中均采用悬挂茎片、纸袋接种、放虫 2 头/片的方式。

松针组（S）：在大棚底部建水槽，水槽中铺上一层松针约 5 cm，再覆土压实，后注水至淹没松针，每隔 5 d 注水一次；

腐叶土组（P）：在水槽中铺上腐叶土，直接注水至淹没腐叶土，每隔 5 d 注水一次；

对照组（CK）：在水槽中直接注水至满，每隔 1 d 补水一次。

1.2.1.2　平铺茎片培育　以悬挂茎片培育为对照，考察平铺培育的效果。

不覆谷草组（A）：将肥厚茎片采摘下平铺于大棚网架上，在茎片上直接放虫，10 头/片；

覆谷草组（B）：在平铺茎片上放虫 10 头/片，茎片覆上谷草，定期喷洒清水于谷草上；

悬挂茎片组（C）：将茎片悬挂、纸袋接种、10 头/片。

1.2.1.3　悬挂茎片的接种方式研究　因纸袋接种和网袋接种在传统方式中较佳（张忠和等，2008；刁毅等，2010；陈海游等，2013），故作对照组与网兜内置谷草组比较。每组均放虫 10 头/片。

纸袋接种（Z）：是将临产雌成虫每头依次装入折成三角形的纸袋内，用图钉将接种袋订在茎片中下部，每片接种两袋，一面各一袋；

网袋接种（W）：将纸袋接种的接种袋换成网兜；

网兜内置谷草（WG）：将裁剪过的谷草置于网兜内，种虫置于谷草中，每 3 日用喷壶喷洒清水于谷草上。

1.2.1.4　蔗糖人工助食培育　参照 Fadamiro 和 Heimpel（2001）及杨雷和白红英（2008）的方法，蔗糖浓度设置见表 1，各组 10 个重复，均采用悬挂茎片、纸袋接种、放虫 10 头/片，蔗糖组将蔗糖水喷洒于仙人掌茎片两面，喷洒至整片茎片湿透。

1.2.2　种植培育模式

1.2.2.1　种植模式下接种方式研究　每组均放虫 40 头/株。

纸袋接种（CK）：对照组，将种虫装入纸袋内，用图钉将接种袋订在植株一级茎片中下部，每株接种两袋，一面各一袋；

纱网撒种（G）：试验组，选成排仙人掌植株，在该植株区域四周打下 4 根木条（高出植株 3~5 cm 即可），将纱网铺于植株上方，并固定四角于木条上，在纱网中对应植株上方撒种虫。

表 1 蔗糖浓度梯度设置
Table 1 The established gradient of sucrose concentrations

梯度 Gradient	95%的白砂糖 95% white suger (g)	清水 Water(mL)	质量-体积浓度 Quality-volume concentration (g · L^{-1})
1	0	0	0.0
2	30	300	95.0
3	90	300	285.0
4	195	300	617.5
5	300	400	712.5

注：质量－体积浓度=（白砂糖质量×95%）/清水体积。
Quality－volume concentration =(quality of white suger ×95%) / volume of water.

1.2.2.2 轮放培育 在种植模式下，以寄主生长量、倒伏率等指标衡量轮放培育与传统连续培育的效果差异。

连续培育：室内种植模式下，待植株完成 1 代胭脂虫培育并采收后，继续在该植株上培育后代，如此一直到植株死亡转换新寄主；

轮放培育：室内种植模式下，待植株培育 1 代胭脂虫后，将雌成虫全部采收下来，放到该代未培育胭脂虫的植株上，让已培育植株轮休，轮休期为 1 代，通过适当管理，第 3 代又在该植株上培育。

1.2.2.3 寄主植株高度控制 在种植模式下，通过监测刚倒伏植株高度与未倒伏植株最高群体平均高度，研究植株高度应控制在何种水平，才不易发生倒伏。

取 120 株已接种胭脂虫的寄主植株任其生长，观察其倒伏情况，随机抽取 10 株已倒伏植株，并在未倒伏植株中调查 10 株高度最高者。

1.3 研究方法

1.3.1 雌成虫数测定 利用机械计数器和 10 倍放大镜，在成虫期准确记录雌成虫数。

1.3.2 雌成虫鲜干重测定 从每组试验随机收集 15 头雌成虫，将雌成虫过筛，筛去蜡粉、杂质等，每头雌成虫依次置于 AB204-S 电子天平下称鲜重、记录，然后放入电热恒温鼓风干燥箱内干燥（60℃，46 h），干燥后再次称重、记录干重，计算鲜重和干重比（鲜干比）。单片鲜重（MFW）=该组单片雌成虫数×该组雌成虫个体鲜重(FW)；单片干重(MDW)=该组单片雌成虫数×该组雌成虫个体干重(DW)。

1.3.3 雌成虫体积和怀卵量测定 从每组试验再取 15 头雌成虫，也进行过筛，将每头雌成虫依次置于显微镜下，测其长度、宽度和高度，通过公式（1）可以计算出雌成虫个体的体积。将已测过长宽高的雌成虫个体解剖，用计数器和显微镜测怀卵量。

公式（1）：体积：$V(A,B,C) = \pi ABC/6$

上式中，V(A,B,C)为胭脂虫雌成虫个体体积；A 为个体长度；B 为个体宽度；C 为个体高度。

公式（1）推导过程：将雌成虫体看作半椭球体，按椭球体 $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$ 的体积公式：$V(a,b,c)=\frac{4}{3}\pi\, abc$，换算成半椭球体体积公式，即 $V(A,B,C)=\frac{1}{2}V(a,b,c)$，其中 A=2$a$，B=2$b$，C=$c$，换算得到公式（1）。

1.3.4 寄主调查 用游标卡尺调查茎片厚度，卷尺调查茎片长度、宽度、植株高度，寄主茎片分级调查并记录（冷锋等，2009）（图 1）。植株倒伏率=倒伏植株数/调查植株数。轮放培育下，原有茎片数指进入轮休期时寄主已萌发的茎片数。

1.3.5 数据处理 采用软件 Excel 2003 和 SPSS 20.0 (罗应婷和杨钰娟, 2007) 进行数据统计分析。

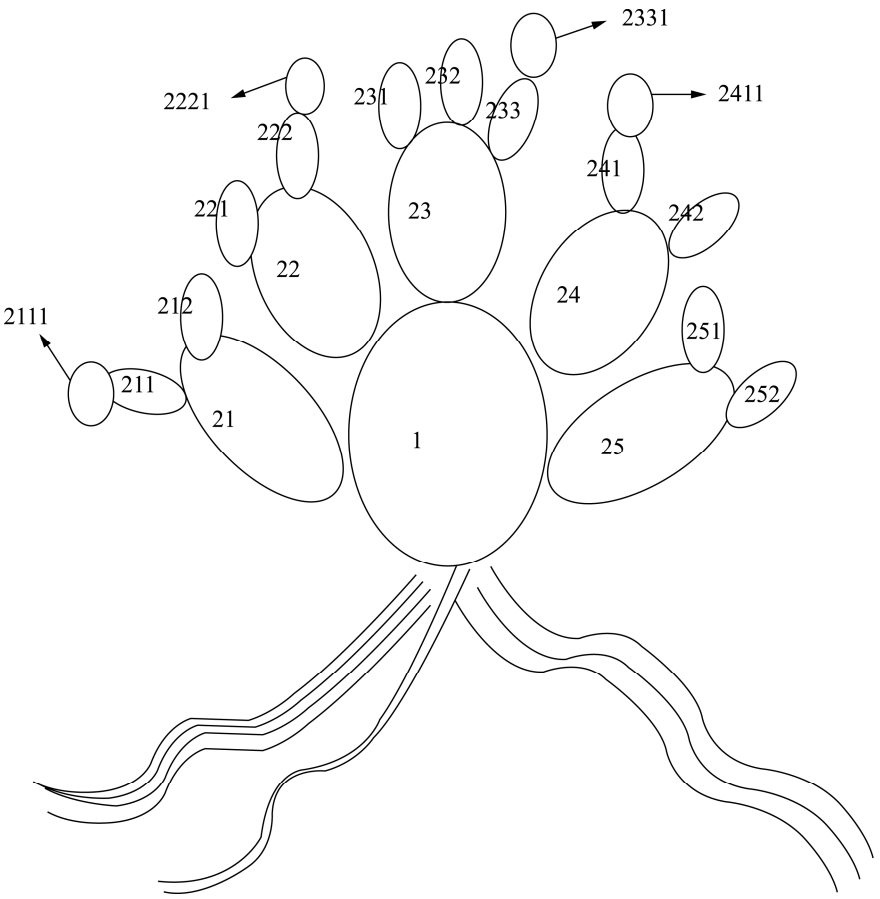

图 **1**　仙人掌茎片示意图
Fig. 1　The picture of cactus stems

注：1 代表 1 级茎片，21、22、…、25 代表 2 级茎片，211、222、…、252 代表 3 级茎片，2111、…、2411 代表 4 级茎片。
1 represents first stage; 21, 22, …, 25 represent second stage; 211, 222, …, 252 represent third stage; 2111, 2411 represents fourth stage.

2　结果与分析

2.1　采摘茎片培育模式

2.1.1　培育环境构筑　环境构筑试验的温湿度调查如表 2，环境构筑试验雌成虫测定结果如表 3。

由表 2 可见试验组与对照组 3—6 月的月平均温湿度极为接近，且温湿度均属于生产较佳水平，说明采用环境构筑试验达到构筑胭脂虫培育环境的目的，且该措施节约水资源，减少人工注水的次数，节省人力、物力和财力。表 3 各指标清晰地说明：在雌成虫数、单片雌成虫鲜干重指标上，无论是腐叶土（P）还是松针组（S），两组环境构筑试验较对照组（CK）均有明显优势，且松针组在这些指标上优于腐叶土。利用 SPSS 统计软件对表 3 单片雌成虫鲜干重指标进行单因素方差分析（表 4），表明松针组的单片雌成虫的鲜重、干重较腐叶土有显著差异，较对照组有极显著差异。

结合表 2~表 4，说明松针覆土措施是一种低成本下保湿、节水、省工的环境构筑模式。

2.1.2　平铺茎片培育　平铺茎片培育雌成虫测定结果（表 5）表明：在雌成虫数、单片雌成虫鲜干重指标上，覆谷草组（B）优于悬挂茎片组（C），且覆谷草组优于不覆谷草组（A），特别雌成虫数方面，覆谷草组是其他两组的近两倍；不覆谷

表 2 培育环境构筑试验的温湿度调查

Table 2 The temperature and humidity of cultivating environment building

	3 月 March		4 月 April		5 月 May		6 月 June	
	平均温度 Average temperature (℃)	平均湿度 Average relative humidity (%)	平均温度 Average temperature (℃)	平均湿度 Average relative humidity (%)	平均温度 Average temperature (℃)	平均湿度 Average relative humidity (%)	平均温度 Average temperature (℃)	平均湿度 Average relative humidity (%)
S	25.59±3.97	37.93±9.11	26.51±3.82	43.62±13.66	27.82±3.11	53.35±8.48	26.95±2.89	66.18±11.31
对照 CK	25.50±3.64	37.20±14.49	25.88±4.13	43.41±14.01	28.11±2.92	58.43±9.79	26.74±2.81	65.02±12.28

注：S：松针组；下表同。

S: One experimental group, using pine needles, soil and water; The same below.

表 3 培育环境构筑试验雌成虫测定结果

Table 3 Determination of female adults in cultivating environment building

	样本数 Number	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	鲜干比 FW/DW ratio	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
P	10	36.00±2.83	0.0473	1.7028	0.0134	0.4824	3.532：1	254.50±35.84	43.585
S	10	47.00±3.37	0.0415	1.9505	0.0123	0.5781	3.380：1	200.11±59.01	38.807
对照 CK	10	26.40±3.25	0.0432	1.1405	0.0124	0.3274	3.473：1	249.20±113.7	43.819

注：FW：鲜重；DW：干重；MFW：单片鲜重（MFW=FW×雌成虫数）；MDW：单片干重；P：腐叶土组；下表同。

FW: Fresh weight; DW: Dry weight; MFW: Monolithic fresh weight (FW × Adult female number); MDW: Monolithic dry weight; P: One experimental group, using leaf mold and water; The same below.

表 4 不同环境多重检验表（仅列出最佳组与其他组的比较，下表同）

Table 4 Multiple comparisons of different environment (only compare best group and others, the same below)

	(I)组别 Group	(J)组别 Group	平均差 Mean difference (I-J)	标准误 SE	显著性水平 Sig.
MFW	S	P	0.2499613*	0.0979467	0.013
		对照 CK	0.8123293**	0.1143771	0.000
MDW	S	P	0.0956493**	0.0292742	0.002
		对照 CK	0.2494093**	0.0341849	0.000

注：* 表示差异显著（$P < 0.05$），** 表示差异极显著（$P < 0.01$），下表同。

*: The mean difference is significant at the 0.05 level; ** : The mean difference is extremely significant at the 0.01 level , only compare CK(0.0 $g•L^{-1}$) and others; The same below.

表 5　平铺茎片培育雌成虫测定结果
Table 5　Determination of female adults in horizontally stem put cultivating method

	样本数 Number	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	鲜干比 FW/DW ratio	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
A	15	42.73±21.21	0.0440	1.8801	0.0125	0.5341	3.531∶1	293.41±76.88	49.106
B	15	81.00±20.95	0.0352	2.8339	0.0099	0.8016	3.562∶1	230.07±41.14	38.245
C	13	43.92±27.92	0.0492	2.1609	0.0138	0.6061	3.573∶1	225.78±90.42	46.646

注：A：不覆谷草组；B：覆谷草组；C：悬挂茎片组；下表同。
A: Without straws, B: Using straws, C: Cactus stems were suspended; The same below.

草组与悬挂茎片组仅在雌成虫怀卵量上差异明显，其他指标相差不大。说明不覆谷草平铺茎片培育与悬挂培育效果相当，而覆谷草平铺培育优势明显。因覆谷草遮挡阳光使茎片上表面温湿度更适宜，上表面的虫口死亡率降低，雌成虫数会明显增多。利用 SPSS 统计软件对表 5 中雌成虫数、单片雌成虫鲜干重等指标进行单因素方差分析（表 6），表明覆谷草组的雌成虫数、单片雌成虫鲜重、干重三指标均极显著的优于其他两组。

平铺茎片培育节省了悬挂茎片时的工时，相对纸袋接种，其接种方式是在茎片上直接撒种，简单便捷。综上，说明覆谷草平铺茎片培养值得推广。

2.1.3　悬挂茎片的接种方式　传统接种方式种虫在产卵结束前，因水分蒸发、营养流失而虫体干瘪、死亡、结束产卵，造成产卵期缩短、上虫量减少，最终雌成虫数也减少。为延长产卵期、保护种虫以顺利完成产卵，采取网兜内置谷草为新接种方式。

由表 7 可见，网兜组（W）和纸袋组（Z）差异不大，网兜内置谷草组（WG）在雌成虫数、单片雌成虫鲜干重上均优于另两组。通过 SPSS 软件对单片雌成虫鲜干重进行单因素方差分析（表 8），结果表明网兜内置谷草组在单片鲜干重方面较另两组优势极显著。说明置谷草于接种袋中，可减少种虫水分、营养流失，延长产卵期。

2.1.4　蔗糖人工助食培育　蔗糖人工助食培育试验表明，高浓度（712.5 g · L^{-1}）蔗糖对胭脂虫培育具有抑制作用，低浓度（95.0 g · L^{-1}）蔗糖对胭脂虫培育效果不理想，而喷洒 285.0 g · L^{-1} 蔗糖可以提高胭脂虫雌成虫数，增加个体鲜干重、怀卵量和体积，提高单片产量（表 9）。将 285.0 g · L^{-1} 蔗糖组与 0.0 g · L^{-1} 对照组进行 SPSS 方差分析（表 10），结果表明喷洒 285.0 g · L^{-1} 蔗糖组在雌成虫数、单片鲜干重上与对照差异极显著。说明适当浓度蔗糖有助于提高胭脂虫产量。

2.2　种植培育模式

2.2.1　接种方式　由表 11 与表 12 可以得出，纱网撒种（G）与纸袋接种（CK）各指标差异均不明显，说明纱网撒种可替代纸袋接种。基于纱网撒种省力省时、避免人与寄主直接接触，在种植模式下宜采用纱网撒种方式。

2.2.2　轮放培育　由表 13 可见寄主植株连续培育两代，茎片厚度明显变薄，厚度降幅：1 级 14.79%，2 级 4.58%，3 级 8.76%。植株几乎停止生长，有 97.22% 的植株倒伏，下一代培育需移栽新寄主方可。

在轮放培育下，轮休期寄主茎片大量萌发，近 3 个月新增茎片 6.82 片/株，总茎片达到 11.38 片/株（表 14）。轮休期内 4 月 20 日到 5 月 24 日，茎片厚度增幅：1 级 12.32%，2 级 20.74%，3 级

表 6 平铺茎片培育不同处理多重检验表
Table 6 Multiple comparisons in different processing of horizontally stem put cultivating method

	(I)组别 Gruop	(J) 组别 Gruop	平均差 Mean difference (I-J)	标准误 Std. error	显著性水平 Sig.
雌成虫数量 Adult female number	B	A	38.267**	8.524	0.000
		C	37.077**	8.846	0.000
MFW	B	A	0.9746049**	0.1248308	0.000
		C	0.6935760**	0.1282514	0.000
MDW	B	A	0.2689442**	0.0359784	0.000
		C	0.1965653**	0.0369643	0.000

表 7 悬挂茎片接种方式雌成虫测定结果
Table 7 Determination of female adults in different inoculations of cactus stems suspended

	样本数 Number	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	鲜干比 FW/DW ratio	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
Z	13	43.92±27.92	0.0492	2.1609	0.0138	0.6061	3.573∶1	225.78±90.42	46.646
W	20	48.70±21.01	0.0454	2.2110	0.0131	0.6380	3.471∶1	259.6±103.77	47.629
WG	20	58.75±33.28	0.0441	2.5909	0.0126	0.7403	3.485∶1	248.48±112.99	45.341

注：Z：纸袋组；W：网兜组；WG：网兜内置谷草组；下表同。
Z: Using paper bag; W: Using tuck net; WG: The straws were put in the inoculating bag; The same below.

表 8 接种方式研究的多重检验表
Table 8 Multiple comparisons of different inoculations

	(I) 组别 Gruop	(J) 组别 Gruop	平均差 Mean difference (I-J)	标准误 Std. error	显著性水平 Sig.
MFW	WG	W	0.3766617**	0.1238860	0.003
		Z	0.4272012**	0.1192093	0.001
MDW	WG	W	0.1054259**	0.0356424	0.004
		Z	0.1377542**	0.0342969	0.000

表 9　蔗糖培育相关指标
Table 9　The related indicators of sucrose cultivation

浓度梯度 Concentration ($g \cdot L^{-1}$)	样本数 Number	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	鲜干比 FW/DW ratio	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
0.0	10	48.00±26.96	0.0462	2.2176	0.0124	0.5952	3.751∶1	296.73±97.10	44.592
95.0	10	96.40±45.16	0.0509	4.9068	0.0135	1.3014	3.810∶1	273.53±65.49	45.433
285.0	10	145.00±50.51	0.0502	7.2790	0.0139	2.0155	3.620∶1	356.27±92.53	48.119
617.5	10	55.50±31.94	0.0459	2.5474	0.0124	0.6882	3.716∶1	277.93±74.32	44.185
712.5	10	26.30±14.99	0.0499	1.3122	0.0141	0.3717	3.536∶1	340.59±100.71	51.609

表 10　蔗糖培育各指标方差分析表
Table 10　Anova of different indicators of sucrose cultivation

	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
F	28.702**	1.883	264.898**	2.758	214.553**	2.955	1.191
Sig.	0.000	0.181	0.000	0.108	0.000	0.097	0.285

注：用 SPSS 分析 285.0 $g \cdot L^{-1}$ 蔗糖组与对照组。

Analyse 285.0 $g \cdot L^{-1}$ and 0.0 $g \cdot L^{-1}$ by SPSS.

表 11　种植模式两种接种方式雌成虫测定结果
Table 11　Determination of female adults in two inoculations of planting mode

	样本数 Number	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	鲜干比 FW/DW ratio	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
G	10	400.33±236.31	0.0347	13.8764	0.0102	4.0734	3.451∶1	226.67± 40.82	32.317
对照 CK	10	447.3± 89.48	0.0335	14.9816	0.0097	4.3537	3.440∶1	234.53± 60.19	34.364

注：G：纱网撒种组。

G: On gauze seed insects of cochineal were spread to inoculate.

表 12　雌成虫各指标方差分析表
Table 12　Anova of different indicators of female adults

	雌成虫数 Female adult number	FW (g)	MFW (g)	DW (g)	MDW (g)	怀卵量 Brooding eggs amount	雌成虫体积 Volume (mm^3)
F	0.364	0.316	1.506	0.496	1.081	0.175	1.079
Sig.	0.554	0.578	0.230	0.487	0.307	0.678	0.308

表 13 连续培育下寄主生长量调查
Table 13 Investigation of host growth in continuous host cultivation

不同时期寄主 Host in different periods	样本数 Number	1 级茎片平均厚度 Average thickness in first stage (mm)	2 级茎片平均厚度 Average thickness in second stage (mm)	3 级茎片平均厚度 Average thickness in third stage (mm)	4 级茎片平均厚度 Average thickness in fourth stage (mm)	调查植株数 Host number	未倒伏植株数 Standing host number	植株倒伏率 Lodging rate
子 1 代 First generation	15	22.92	16.38	15.42	—	720	720	0
子 2 代 Second generation	15	19.53	15.63	14.07	—	720	20	97.22%

注：“—”表示不存在，即未萌发 4 级茎片，下表同。
“—” indicates that the fourth grade does not exist, the same below.

表 14 2013.2.28 进入轮休期寄主茎片量统计
Table 14 The quantity statistics of host stem in rested period

调查地点 Place	调查时间 Time	样本株数 Number	原有茎片总数 The original stem pieces total	单株原有茎片数 The original stem pieces number in one host	新增茎片总数 Added stem pieces total	单株新增茎片数 Added stem pieces number in one host	平均单株总茎片数 The stem pieces total in one host
阳光板棚 Greenhouse I	2013-4-20	15	66	4.4	83	5.53	9.93
	2013-5-24	15	66	4.4	109	7.27	11.67
钢架棚 Greenhouse II	2013-4-20	30	139	4.63	179	5.97	10.6
	2013-5-24	30	139	4.63	198	6.6	11.23

65.85%（表 15）。说明轮放培育对寄主复壮效果很好，并避免了植株倒伏，使寄主材料不必浪费，节约了人力、物力、财力在移栽新寄主上的花费。

2.2.3 寄主植株高度控制 寄主植株高度调查见表 16，由表 16 可知，植株高度在 104.38 cm 附近易发生倒伏，而高度达到 99.73 cm 附近的植株未倒伏；倒伏植株茎片级数均为 4 级，未倒伏最高植株茎片级数在 3 级或 4 级。说明植株高度是需要控制的，且控制高度需考虑茎片级数，即植株高度控制在 100 cm 之内且茎片级数在 4 级之内为宜。

3 结论与讨论

本文探索了采摘茎片模式下环境构筑、覆谷草平铺、悬挂培育及种植培育模式下一系列新的胭脂虫培育新技术。

在采摘茎片模式下，采用松针覆土措施构筑环境效果与对照一致，该措施既满足胭脂虫培育所需温湿度等环境要求，又节省人力、物力、财力，是值得推广的。

覆谷草平铺茎片培育是在悬挂培育基础上的改进，定期在谷草上喷洒清水既对种虫进行保

表 15　轮休期寄主茎片生长量调查
Table 15　Investigation of host growth in rested period

调查地点 Place	调查时间 Time	样本株数 Number	1 级茎片平均厚度 Average thickness in first stage (mm)	2 级茎片平均厚度 Average thickness in second stage (mm)	3 级茎片平均厚度 Average thickness in third stage (mm)	4 级茎片平均厚度 Average thickness in fourth stage (mm)
阳光板棚 Greenhouse I	2013-4-20	30	23.18±3.41	14.42± 2.24	5.97± 4.53	—
	2013-5-24	30	25.76±3.54	18.78± 4.46	11.97±4.47	3.81± 1.08
钢架棚 Greenhouse II	2013-4-20	30	26.26±4.98	21.87± 4.42	13.11±2.99	—
	2013-5-24	30	29.81±5.53	24.33± 6.34	17.20±4.26	6.61± 2.12

表 16　寄主植株高度调查
Table 16　Investigation of host height

样本号 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均 Average
倒伏植株高度 Lodging host height (cm)	101	110.5	102	114.5	108.5	104	107.8	106	101.5	88	104.38
倒伏植株茎片级数 Lodging host stage number	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*
未倒伏植株高度 Standing host height (cm)	104.8	87.6	104.6	102.7	105.7	99.4	100.4	92.2	103.3	96.6	99.73
未倒伏植株茎片级数 Standing host stage number	4*	3*	3*	4*	3*	3*	4*	3*	3*	4*	3*-4*

4*：4 级 Fourth stage；3*：3 级 Third stage.

护，又为子代胭脂虫构筑适宜温湿度，其培育效果较悬挂模式优。该培育模式节省了悬挂茎片的工时，相对纸袋接种，其接种方式是在茎片上直接撒种，简单便捷。但覆谷草培育需时刻把握茎片上表面的温湿度，若炎热需喷洒清水，达到既降温又增加湿度，若不然，则因上表面覆谷草不易散热，出现局部高温，造成上表面虫口死亡率增大，培育效果会大打折扣，甚至达不到悬挂培育的效果。

在悬挂茎片接种方式中，接种袋内置谷草并定期喷洒清水是从延长种虫产卵期的角度开展的，其结果较纸袋优越。不过该方法需定期喷洒清水以控制接种袋的温湿度，否则效果将不佳。

喷洒浓度 285.0 g · L^{-1} 蔗糖大幅度提高胭脂虫雌成虫数，增加个体鲜干重、怀卵量和体积，提高单片产量，说明适当浓度的蔗糖有助于提高胭脂虫的产量，这些也佐证了蔗糖对于昆虫具有助食作用（蔡幼民等，1978；彩万志等，2001）。但是否 285.0 g · L^{-1} 的蔗糖最适宜胭脂虫培育，采用多次喷洒蔗糖能否再次提高产量，在蔗糖培育下放虫量多少可使产量达到最高，蔗糖培育在种植模式下效果如何，这些问题都需今后进一步研究。

在种植模式下纱网撒种省力、省时，又避免人与仙人掌直接接触，其放虫效果与纸袋效果一样，是完全可以替代纸袋接种的。该方式

若虫由纱网网目中漏至地面植株基部附近，若虫沿基部爬上植株寻找固定位置，因而在若虫固定期间，不可在植株基部浇水，避免地面若虫被冲走、淹死。

在种植模式下，连续培育时子 2 代寄主倒伏率达 97.22%，轮放培育无植株倒伏，且寄主高度控制也可避免植株倒伏，故宜采用轮放培育和植株高度控制。轮放培育植株近 3 个月新增茎片 6.34 片/株，茎片厚度均大幅增加，植株复壮后可再次放养胭脂虫，达到寄主资源永续利用。植株高度控制在 100 cm 之内且茎片级数在四级之内，将不易发生植株倒伏现象。

参考文献 (References)

Fadamiro HY, Heimpel GE, 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 94(6): 909–916.

彩万志, 庞雄飞, 花保祯, 梁广文, 宋敦伦, 2001. 普通昆虫学. 北京: 中国农业大学出版社. 118–121.

蔡幼民, 王红林, 何家禄,, 李素珍, 1978. 家蚕人工饲料的研究: 饲料理化因素对家蚕摄食和生长的影响. 昆虫学报, 21(4): 369–383.

陈海游, 张忠和, 叶寿德, 杨光灿, 2013. 胭脂虫培育技术现状概述. 西南大学学报(自然科学版), 35(增刊 1): 16–20.

刁毅, 李勇, 郑毅, 2010. 接种方法对胭脂虫生长的影响. 安徽农业科学, 38(19): 10094–10095.

赖为民, 杨光友, 王锦鸣, 2010. 胭脂虫养殖方式初探. 四川动物, 29(1):124–126.

冷锋, 张忠和, 卢振龙, 叶寿德, 李红高, 王继承, 2009. 胭脂虫雌成虫的空间分布. 西南农业学报, 22(6):1789–1792.

冷锋, 张忠和,,卢振龙, 唐宇翀, 叶寿德, 2010. 不同培育模式胭脂虫产量评估. 昆虫知识, 47(6):1221–1224.

罗应婷, 杨钰娟, 2007. SPSS 统计分析从基础到实践. 北京: 电子工业出版社. 171–177.

杨雷, 白红英, 2008. 添食蔗糖对家蚕饲料效率的影响研究. 云南农业科技, (增刊 2): 13–14.

张建云, 李志国, 赵杰军, 包松莲, 杨时宇, 2009. 胭脂虫繁养条件对胭脂红酸含量的影响. 南京林业大学学报(自然科学版), 33(2):77–80.

张忠和, 陈晓鸣, 石雷, 徐珑峰, 万有铭, 和菊, 2004. 基于生命表技术的胭脂虫适生性研究. 林业科学研究, 17(4): 484–489.

张忠和, 秦志虹, 卢振龙, 石雷, 徐珑峰, 2008. 胭脂虫高产培育试验. 西南农业学报, 21(4): 1160–1164.