应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2016, 53(3): 668−675. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2016.084

一种珍稀蝴蝶大帛斑蝶 *Idea leuconoe*（Eriehson）的人工饲养方法*

廖怀建** 杜 婷 刘微芬 王 庆 石 雷***

（中国林业科学研究院资源昆虫研究所/国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室，昆明 650224）

摘 要 **【目的】** 针对现有大帛斑蝶 *Idea leuconoe*（Eriehson）饲养方法中无法有效回避高温造成的成虫大量死亡，卵空壳或干瘪失水的问题，本研究发明了一种新的繁殖网纹室来规模化人工饲养大帛斑蝶的方法。**【方法】** 本研究测定了在新发明和普通繁殖网纹室的饲养下，大帛斑蝶的存活、交配成功率、产卵量和卵孵化率，并对新发明和普通繁殖网纹室之间的参数进行了对比。**【结果】** 采用新发明繁殖网纹室饲养的大帛斑蝶幼虫化蛹率为 90.75%±1.12%，蛹羽化率为 91.36%±2.43%，均维持在 90%以上，均极显著高于普通繁殖网纹室；从幼虫发育到成虫的存活率为 82.93%±2.55%，也极显著高于普通繁殖网纹室；在 15 日龄内，相对于普通繁殖网纹室，新发明繁殖网纹室饲养的存活的成虫，取食频率较高，活跃性较高，虫体比较健壮，且此时成虫存活率显著较高，为 81.22%±2.07%；利用新发明繁殖网纹室饲养的成虫，其雌蝶交配成功率为 81.67%±4.77%，每雌产卵量为（269.32±9.85）粒，卵孵化率为 85.88%±1.93%，均极显著高于普通繁殖网纹室；本研究新发明的繁殖网纹室，可以有效的营造一个温度显著低于空气温度的小环境，供大帛斑蝶躲避高温灼伤。**【结论】** 通过在本研究新发明繁殖网纹室的饲养，大帛斑蝶存活率、交配成功率和繁殖力均维持在较高的水平上，显著高于普通繁殖网纹室，能够保证为市场提供充足的大帛斑蝶虫源，避免农民养殖户的损失。

关键词 大帛斑蝶，饲养方法，繁殖网纹室，存活，繁殖

The new method for captive rearing of a rare butterfly, *Idea leuconoe* (Eriehson)

LIAO Huai-Jian** DU Ting LIU Wei-Fen WANG Qing SHI Lei***

(Research Institute of Resources Insects, Chinese Academy of Forestry/Key Laboratory of Cultivating and Utilization of Resources Insects of State Forestry Administration, Kunming 650224, China)

Abstract **[Objectives]** To solve various problems associated with current methods of rearing *Idea leuconoe* (Eriehson) in captivity, including mass death of adults due to high temperatures and empty, or dehydrated, eggs. **[Methods]** The survival, mating success, number of eggs per female and hatchability of *I. leuconoe* reared in a newly developed type of net-room, and in an ordinary net-room, were measured and compared. **[Results]** The pupation rate of larvae and the eclosion rate of pupae in the new facility were 90.75%±1.12% and 91.3%±2.43%, respectively, both significantly higher than those in the ordinary net-room. Survival of larvae to adulthood in the new facility was (82.93%±2.55%), also significantly higher than that in the ordinary net-room. Compared to the ordinary net-room, the survival of fifteen-day-old adults in the new facility was markedly higher; 81.20%±2.10%. The mating success of females (81.70%±4.80%), number of eggs per female (269.32±9.85), and the hatchability of eggs (85.88%±1.93%), were significantly higher in the new facility than in an ordinary net-room. The new captive breeding facility provided a better microclimate in which the temperature was significant lower, thereby avoiding mortality through heat stress. **[Conclusion]** The survival, mating success and fecundity of *I. leuconoe* reared in a newly

*资助项目 Supported projects：林业公益性行业科研专项经费（201504305）

**第一作者 First author，E-mail：huaixiyu_08@126.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：leishi@139.com

收稿日期 Received：2016-01-09，接受日期 Accepted：2016-04-21

developed rearing facility were all significantly higher than those in an ordinary net-room. Use of this new type of facility should therefore increase the profitability of commercially farming this species.

Key words　*Idea leuconoe*, rearing method, reproduction-net-room, survival, fecundity

大帛斑蝶 *Idea leuconoe*（Eriehson）属于鳞翅目（Lepidoptera）斑蝶科（Danaidae）帛斑蝶属（*Idea*），主要分布于中国台湾，琉球、中南半岛、马来半岛、菲律宾等地区也有分布（佘震加，2008），为海外引进国内的一种珍稀蝴蝶，其体型较大，斑纹鲜明，飞行缓慢、姿势优雅，常在天空乘气流滑翔旋转，观赏价值较高，可用于工艺制作和喜庆放飞，亦是供给蝴蝶生态园的重要品种之一，具有重要的经济价值（陈晓鸣等，2008）。因此，规模化人工饲养大帛斑蝶，成为农民养殖户脱贫致富的一种重要途径。

中国台湾专家陈素琼和欧阳盛芝（2003）在研究温度对大帛斑蝶发育的影响时，指出大帛斑蝶最适饲育温度为 20℃。国内引进的大帛斑蝶主要在云南省热带和干热河谷地区进行养殖，云南省热带及干热河谷地区年平均温度在 24℃以上，周年温度较高，尤其在夏季，日最高温度超过 45℃以上。因此，在人工饲养中温度成为制约大帛斑蝶繁殖的重要因素。目前蝴蝶成虫的饲养，主要是通过在野外无遮光的区域内建设大型顶部为弧形的网纹室，并在网纹室里种植寄主与蜜源植物，营造合适的蝴蝶生境，以供成虫飞行、交配和产卵（周成理等，2006；陈仁利等，2011）。然而现有的针对大帛斑蝶饲养方法中，未能很好的解决环境温度过高时大帛斑蝶生存问题，造成在高温天气时大帛斑蝶成虫大量死亡，卵成空壳状或者失水干瘪，无法给市场提供充足有效的虫源，造成了养殖户的经济损失。因此，本文通过实践自行发明了一种规模化人工饲养大帛斑蝶的方法，解决了温度过高时大帛斑蝶生存问题，同时测定了用此方法饲养的大帛斑蝶的存活率和繁殖力。

1　材料与方法

1.1　供试虫源

大帛斑蝶蛹 *Idea leuconoe*（Eriehson）取自中国林业科学研究院资源昆虫研究所元江热区试验站，带回实验室内饲养（温度为（26±1）℃，相对湿度为 70%~80%），将蛹悬挂于固定在圆柱形罩网（高：65 cm，直径：50 cm）顶部毛巾上，以方便其羽化后展翅。羽化后成虫所产卵用于室内饲养。

1.2　寄主植物种植

将草炭土填满花盆（上底宽：35 cm，下底宽：20 cm），并用水浇湿，然后将 25 cm 高爬森藤 *Parsonsia laevigata* 小苗栽种在花盆中央，再用新的草炭土掩盖湿润的土面。当爬森藤长到 60 cm，并有 5 到 6 个分蘖时，此时叶片比较茂密，即可用于大帛斑蝶产卵。

将爬森藤栽种在室外旱地中，株间距为 30 cm。栽种完后，在土面撒上复合肥，并用滴灌大量喷水，直至土面湿透。待爬森藤长至藤条和叶片铺满土面，即可采摘叶片，用于饲养大帛斑蝶幼虫。

1.3　饲养方法

1.3.1　幼虫饲养　从室外旱地中采集新鲜的爬森藤叶片，先用漂白粉混水进行清洗，然后将叶片置于附有纱网的平台上晾干，晾干后用抗生素混合溶液喷洒叶片，对叶片上携带的病菌进行消毒。待消毒完后，将叶片装入开口直径为 30 cm，深度为 60 cm 的网兜（100 目）里。然后从盆栽的爬森藤上，将孵化后 2~3 d 的 1~2 龄大帛斑蝶幼虫转移至装有经消毒过的爬森藤叶片的网兜里，每一网兜可饲养 50~80 头幼虫。此后，每天更换新鲜叶片，除去幼虫粪便；若网兜较脏，需要在更换新鲜叶片时，同时更换干净的网兜。在更换新鲜叶片时，将旧叶片，连同幼虫一起倒在经消毒过的网筛上，然后在网兜中添加新鲜叶片，将倒在网筛上的幼虫捡拾至网兜中，封好网兜口，并将网兜置于培养室中的培养架上即可。培养室的地面、窗口和门口撒上生石灰粉，防止蚂蚁、壁虎等进入培养室取食幼虫。培养室温度为

（26±1）℃，湿度为 67%±5%，光照为 L∶D=14∶12。更换新鲜叶片时，同时记录幼虫存活数量。

1.3.2 蛹的保存和成虫羽化 当幼虫长至 4~5 龄时，需要将幼虫挑出，置于一个底部覆盖有新鲜消过毒的爬森藤叶片的塑料筛盆（上底宽=40 cm，下底宽=20 cm，宽=20 cm）中，然后在筛盆上方倒扣上一个相同的筛盆，以方便老熟幼虫爬上去挂蛹。把筛盆一起置于饲养架上，每一筛盆可饲养 30~50 头幼虫。待筛盆中的幼虫全部化蛹后，即可将挂有蛹的筛盆斜扣在另一个挂有蛹的筛盆旁。幼虫开始化蛹后，每天记录蛹的数量。

成虫羽化时，先倒立在蛹壳的边上，慢慢伸展翅膀。湿润的翅膀也会随之干燥，同时翅脉会变得结实，不易折断。完成展翅后，成虫仍需要 2~3 h，才能自主飞行。成虫羽化开始后，每天记录成虫数量。成虫羽化高峰期一般在上午 9:00—12:00。

1.3.3 成虫饲养、交配与产卵 待成虫羽化后，在每天下午的 17:00—19:00，收集完成展翅，并可以自主飞行的成虫，将其置于新发明的繁殖网纹室（图 1，长方体网室：长 1 600 cm×宽 1 400 cm×高 400 cm，拱顶高 200 cm）中，让其交配和繁殖。大帛斑蝶交配与产卵网纹室设计如图 1 所示，图 1 中栖息植物和躲避植物种植于第一土壤层，蜜源植物、寄主植物和辅助蜜源置于第二土壤层，其中第一土壤层比第二土壤层矮 80~100 cm。图 1 中栖息植物为吴茱萸 *Tetradium ruticarpum*，高为 250~350 cm，用于蝴蝶飞行时可以停歇，且在太阳光照射下可在空间或地面产生太阳光光斑，便于成虫交配繁殖；躲避植物为朴树 *Celtis sinensis*，朴树虽不是灌木，但其株高较容易控制，可以将朴树控制在 100~120 cm 高，主要是通过自身树冠及树荫与第二土壤层结合，形成一个相对封闭的，温度较空气温度低的小环境，给成虫提供一个可以躲避高温的环境。蜜源植物为长春花 *Catharanthus roseus*，其花为白色到粉色，性喜高温、高湿、耐半阴，不耐严寒，最适宜温度为 20~33℃，全年开花，是大帛斑蝶最适宜的蜜源植物。辅助蜜源则是 5%~10%的蜂蜜水，并盛装在直径为 30 cm，高位 5 cm 的圆形托盘中，并在托盘中间放置一朵直径为 25 cm，高为 20 cm 的深红色人造塑料花，在塑料花上喷洒蜂蜜水，主要用于在蜜源植物无法满足蝴蝶营养补充的情况下，提供人工蜜源以补充营养。大帛斑蝶在交配前需要补充营养。辅助蜜源前方，蜜源植物中间摆放盆栽的寄主植物爬森藤，用于成虫交配后成虫产卵。在拱顶底部，长方体网顶部，第一土壤层一侧，栖息植物和躲避植物上各设置 2 根喷头管，用于给栖息植物和躲避植物补充水分，同时也可用于空气温度过高时，喷水降低网纹室温度。

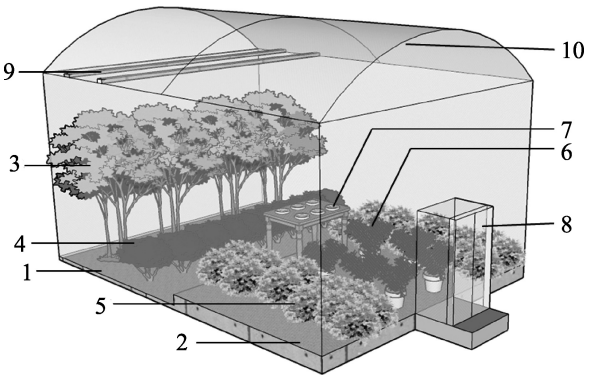

图 1 新发明的大帛斑蝶成虫繁殖网纹室

Fig.1 The new invention reproduction-net-room of adult *Idea leuconoe*

1. 第一土壤层（较低）；2. 第二土壤层（较高）；3.栖息植物；4. 躲避植物；5. 蜜源植物；6. 寄主植物；7. 辅助蜜源；8. 封闭门（缓冲推拉门）；9.喷头杆；10. 拱顶。

1. The first layer of soil (lower); 2. The second layer of soil (higher); 3. Perch plant; 4. Avoidance plant; 5. Host plant; 6. Nectar source plant; 7. Auxiliary nectar; 8. Door (Buffer sliding door); 9. Water pipe; 10. Domed roof.

新发明的繁殖网纹室与普通繁殖网纹室相比，有以下几点优势：1）新发明的繁殖网纹室采用栖息植物、躲避植物、蜜源植物和寄主植物合理分布的方法，节省了生产成本，并营造了一个良好的适合大帛斑蝶成虫生存、躲避高温、飞行、交配和繁殖的环境；2）新发明的繁殖网纹室采用高处滴灌方式对繁殖园进行降温，降温速度快，效果显著，满足大帛斑蝶躲避高温所需；3）新发明的繁殖网纹室中躲避植物栽种在栖息植物前面，靠近较高土壤层，通过栖息植物和较

高土壤层的阴影和围挡，可以在空气温度高于大帛斑蝶适宜温度，并通过滴灌系统降温时，降低外面热源将热量传递到躲避植物树冠下的小环境内的速度，从而降低小环境内的温度升高速率，维持较长时间的小环境内温度低于空气温度的状态，保证大帛斑蝶随时存在躲避高温的场所；4）新发明的繁殖网纹室采用将蜜源植物和寄主植物种植在较高土壤层上，视野开阔，排除了其它植物的阻挡，使得大帛斑蝶能快速寻找到蜜源植物补充营养，及快速寻找到寄主植物进行产卵。

1.3.4　卵的保存与孵化　待成虫置于网纹室后，每天早上 10:00 查看网纹室中盆栽寄主植物（爬森藤）叶片上大帛斑蝶所产卵的数量并记录，同时用开口直径为 30 cm，深度为 60 cm 的网兜（100 目）将附着有 1~2 d 卵的盆摘寄主植物套住，并在寄主植物茎基部封口。将封住口并附着有卵粒的盆摘寄主植物搬至恒温培养室（温度：（26±1）℃，湿度：67%±5%，光照：L∶D=14∶10）中，让其孵化。待幼虫孵化后，记录初孵幼虫数量。

若为暂时不用于实验的卵，则可将附着有卵粒的叶片摘下，置于密封袋中，然后将密封袋置于 4℃冰箱中保存即可，保存期一般为 30 d 左右，其孵化率仍可维持在 65%左右。需要用时，则可将附着有卵的叶片，竖插至一个直径为 10 cm，高为 20 cm 的透明玻璃瓶中，同时在旧叶片边上插上新鲜的带有 5~6 片叶的爬森藤枝条，方便孵化后的幼虫取食。待幼虫孵化完后，将枝条转移至装有新鲜消过毒的爬森藤叶片的网兜中，将网兜置于培养架上即可。

1.4　大帛斑蝶存活率与繁殖力测定

1.4.1　幼虫和蛹期存活率测定　采集新发明的繁殖网纹室（图 1）饲养的成虫所产卵孵化后的 1~2 龄大帛斑蝶幼虫，将幼虫从盆栽寄主植物上移入盛有新鲜寄主植物叶片的繁殖网兜中，并记录移入数量；此处理共有 10 个重复，每个重复 56~82 头幼虫，共计 735 头。同时采集普通繁殖网纹室饲养的成虫所产卵孵化后的 1~2 龄幼虫，同样将幼虫置于繁殖网兜中，记录虫量；此处理共有 10 个重复，每个重复 61~79 头幼虫，共计 710 头。两种幼虫均按照 1.3.1 中所述饲养。饲养过程中，记录幼虫化蛹数量。待幼虫化蛹后，按照 1.3.2 所述保存蛹，此时开始记录蛹羽化成虫的数量。待蛹开始羽化后，即将成虫置于 1.3.3 所述的繁殖网纹室中进行饲养。

1.4.2　成虫交配、存活率、繁殖力与卵孵化率测定

15 日龄成虫存活率：将当天初羽化的大帛斑蝶成虫分 10 个重复饲养于 1.3.3 所述的繁殖网纹室内，每个重复 38~101 头成虫，共计 601 头；同时选取当天初羽化的成虫也分 10 个重复置于普通的繁殖网纹室中进行饲养，每个重复 45~87 头成虫，共计 677 头。每天观察成虫取食和飞行情况，并在 15 日龄时，查看并记录存活的成虫数量，以此计算 15 日龄成虫存活率。

成虫交配、产卵量及卵孵化率：将人工饲养当天羽化的大帛斑蝶成虫 180 头（雌∶雄=1∶2），分 6 批次饲养于 1.3.3 所述的繁殖网纹室中，每批次雌成虫数量为 10 头，雄成虫数量为 20 头，每天观察成虫交配行为，将完成交尾并成功分离的雌成虫记为成功交配，将完成交配的雌成虫置于另一相同的繁殖网纹室中，让其产卵，直至雌成虫全部死亡。每天记录附着在爬森藤叶片上的虫卵数量，同时将当天附着有卵粒的爬森藤整株用 100 目尼龙网网袋（深 60 cm，袋口直径为 30 cm）套住，并搬进（26±1）℃恒温培养室中，让卵孵化，每天记录初孵幼虫数量，以此计算孵化率。相同虫量和批次的成虫置于普通繁殖网纹室中，交配行为观察、产卵和卵孵化率测定方法与在 1.3.3 所述的繁殖网纹室所做的方法相同。

1.5　繁殖网纹室中空气和躲避小环境的温度测定

将 2 台电子温度计分别挂在空气和小环境中，连续不断的记录 2014 年 5 月 6 日 00:00—24:00 间的中国林业科学研究院资源昆虫研究所元江热区试验站中大帛斑蝶繁殖网纹室中空气和小环境的温度，并查看小环境中大帛斑蝶躲避情况，以此来判断营造的小环境是否适宜大帛斑蝶成虫躲避高温。同时，在空气温度高于 36℃时，启动图 1 中喷头，对栖息植物和躲避植物进

行喷水作业，维持小环境温度低于空气温度，适宜大帛斑蝶躲避高温。

2 结果与分析

2.1 大帛斑蝶饲养

结果表明，按照此方法饲养大帛斑蝶，完全可以满足市场上对大帛斑蝶成虫数量的要求。此方法饲养出来的大帛斑蝶成虫平均寿命在70~90 d左右，最短的有2个月，最长的有4~5个月。我们已经用此方法饲养了很多年，其幼虫和成虫取食、成活率、繁殖力、成虫寿命及成虫活动能力等均未有发现异常。成虫产卵均落在盆栽寄主植物爬森藤叶片上，容易搜集和保存。且成虫羽化后，均停留在筛盆顶上展翅，容易捕捉。本研究人员还发明了饲养大帛斑蝶成虫的繁殖网纹室，解决了现有繁殖网纹室无法让大帛斑蝶躲避高温灼伤的问题。因此，采用此方法可以大批量饲养大帛斑蝶，满足市场需求。

2.2 大帛斑蝶存活率与繁殖力

2.2.1 大帛斑蝶存活率 由表1可知，利用新发明的繁殖网纹室饲养的成虫，所产卵孵化的幼虫，化蛹率和蛹的羽化率分别为90.75%±1.12%和91.36%±2.43%，均极显著高于普通繁殖网纹室饲养的化蛹率56.76%±3.46%（t_{18}=9.10, P<0.0001）和蛹的羽化率52.76%±3.46%（t_{18}=9.03, P<0.0001）。从幼虫开始到发育为成虫时的存活率，新发明的繁殖网纹室为82.93%±2.55%，而普通的繁殖网纹室为29.43%±1.69%，两者间存在极显著的差异（t_{18}=17.50, P<0.0001）。表明，利用新发明的繁殖网纹室饲养的成虫，成虫所产卵孵化的幼虫，成活率要极显著高于利用普通繁殖网纹室饲养的成活率。

2.2.2 成虫存活率 由表2可知，利用新发明的繁殖网纹室饲养的在15日龄内存活的成虫，其取食频率较高，活跃性较高，虫体比较健壮。而采用普通的繁殖网纹室饲养的在15日龄内存活的成虫，由于高温的作用，飞行活跃性较低，一直停驻栖息在栖息乔木上，取食频率较低。从1日龄到15日龄，新发明的繁殖网纹室成虫存活率为81.22%±2.07%，普通的繁殖网纹室成虫存活率为62.31%±2.87%，两者之间存在极显著的差异（t_{18}=5.34, P<0.0001）。表明，采用新发明的繁殖网纹室饲养成虫，能够为市场提供充足虫源。

2.2.3 成虫交配成功率和卵孵化率 表3结果表明，采用现发明的繁殖网纹室饲养大帛斑蝶，其雌蝶交配成功率为81.67%±4.77%，每雌产卵量为（269.32±9.85）粒，卵孵化率为85.88%±1.93%，均极显著高于采用普通繁殖网纹室饲养的大帛斑蝶的雌蝶交配成功率40.00%±4.47%（t_{10}=6.37, P<0.0001）、每雌产卵量113.10%±8.99%（t_{10}=11.71, P<0.0001）和卵孵化率46.63%±4.19%（t_{10}=8.51, P<0.0001）。表明，利用新发

表 1 新发明和普通的繁殖网纹室饲养的大帛斑蝶存活率

Table 1 Survival rate of *Idea leuconoe* rearing in new invention and ordinary reproduction-net-room

饲养方式 Method of rearing	重复数 Repetitions	初始幼虫数 Number of larvae	蛹 Number of pupa	成虫 Number of adult	化蛹率(%) Percentage of pupation (mean±SE)	羽化率(%) Eclosion rate (mean±SE)	世代存活率(%) Survival of a generation (mean±SE)
新发明繁殖网纹室 New invention reproduction-net-room	10	735	666	607	90.75±1.12**	91.36±2.43**	82.93±2.55**
普通繁殖网纹室 Ordinary reproduction-net-room	10	710	403	209	56.51±3.57	52.76±3.46	29.43±1.69

**表示经 t-检验，数据在新发明和普通繁殖网纹室之间存在极显著差异。下表同。

** indicates significant difference of data between new invention and ordinary reproduction-net-room at 0.01 level by Student-t-test. The same below.

表 2　释放于繁殖网纹室内大帛斑蝶成虫存活率
Table 2　Survival rate of adult *Idea leuconoe* released into reproduction-net-room

饲养方式 Method of rearing	初羽化成虫数量 Number of new emergent adult	15 日龄成虫数量 Number of fifteen-day-old adult	存活率 Survival rate (%)
新发明繁殖网纹室 New invention reproduction-net-room	38	31	81.58
	43	36	83.72
	57	38	66.67
	29	24	82.76
	81	69	85.19
	74	66	89.19
	55	42	76.36
	76	58	76.32
	47	41	87.23
	101	84	83.17
	平均存活率 (%) Average survival rate (mean±SE)		81.22±2.07**
普通繁殖网纹室 Ordinary reproduction-net-room	64	41	64.06
	87	57	65.52
	57	38	66.67
	45	23	51.11
	81	52	64.20
	74	51	68.92
	68	47	69.12
	76	32	42.11
	52	37	71.15
	73	44	60.27
	平均存活率(%) Average survival rate (mean±SE)		62.31±2.87

表 3　释放于繁殖园内的大帛斑蝶成虫繁殖力
Table 3　Reproduction of *Idea leuconoe* adult released into reproduction-net-room

饲养方式 Method of rearing	重复数 Repetitions	雌蝶数量 Number of female adult	交配成功率（%） Rate of mating succeed (mean±SE)	每雌产卵量 Eggs per female (mean±SE)	孵化率（%） Hatchability (mean ±SE)
新发明繁殖网纹室 New invention reproduction-net-room	6	60	81.67±4.77**	269.32±9.85**	85.88±1.93**
普通繁殖网纹室 Ordinary reproduction-net-room	6	60	40.00±4.47	113.10±8.99	46.63±4.19

明的繁殖网纹室饲养的大帛斑蝶成虫繁殖力显著高于普通繁殖网纹室的繁殖力。

2.3　空气和小环境温度

2015 年 5 月 6 日大帛斑蝶繁殖网纹室中空气和其所营造的用于大帛斑蝶躲避高温的小环境温度，如图 2 所示。在 11:00—19:33 时间段的空气温度超过了 36℃，且在 12:00—18:55 时间段空气温度高于 40℃，在 15:41 时空气温度达到最高的 46.6℃。对于小环境，其温度在 10:00—

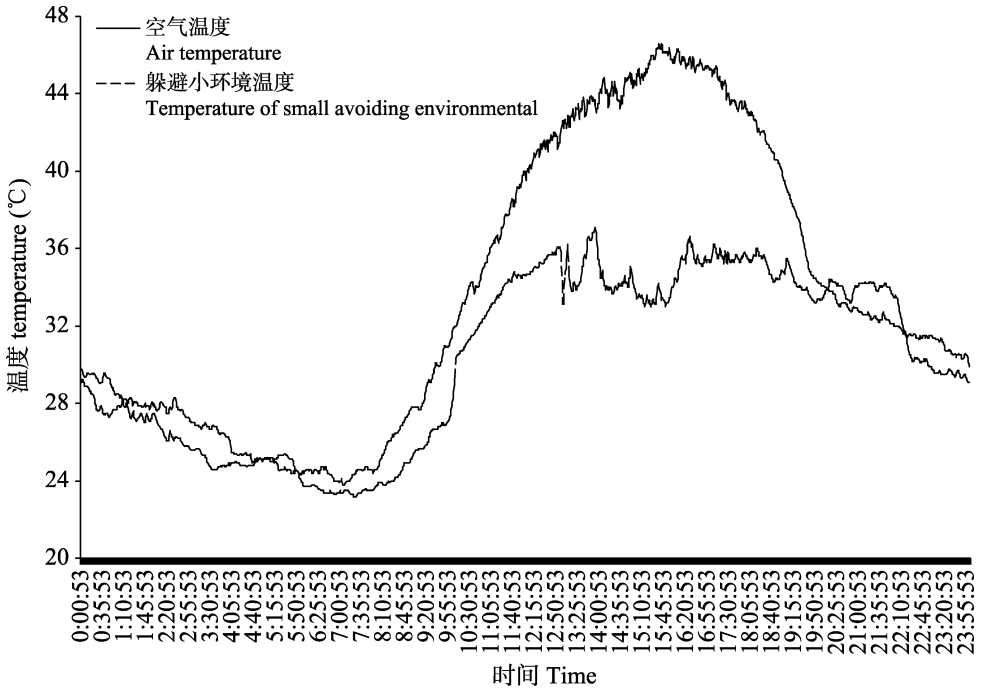

图 2　2015 年 5 月 6 日大帛斑蝶新发明繁殖网纹室中空气和躲避小环境的温度

Fig. 2　Temperature of air and the small environmental used to avoid high temperature in new invention reproduction-net-room of *Idea leuconoe* on May 6th, 2015

20:00 时间段内基本维持低于 36℃，显著的低于空气温度，相对营造了一个较适宜大帛斑蝶躲避高温的环境。且对大帛斑蝶躲避情况进行观察时，也发现在空气温度高于 36℃时，几乎所有的繁殖网纹室内的大帛斑蝶都栖息在小环境中，只有少数几头成虫在小环境外。表明，繁殖网纹室中营造的小环境适宜于大帛斑蝶躲避高温。

3　讨论

本研究表明，采用本文介绍的新发明的繁殖网纹室进行饲养大帛斑蝶，大帛斑蝶的化蛹率、羽化率、成虫交配成功率、成虫产卵量和卵孵化率均表现出比普通繁殖网纹室显著较高，表明利用新发明的繁殖网纹室饲养大帛斑蝶，能够为市场提供充足的虫源。且利用新发明的繁殖网纹室饲养大帛斑蝶具有明显的优点：不用连续不断的对繁殖网纹室进行喷水作业，只需要在空气温度高于 36℃时进行喷水作业，显著的减少了用水量；室内采用网兜进行饲养幼虫，提高了培养室空间利用率，使得相同的空间下，采用本饲养方法可以饲养更多的幼虫，也相应的减少了饲养架的制作和聘用人员的数量，从而为养殖户节省了成本；本饲养方法营造了一个相对适宜于大帛斑蝶在空气温度过高时可以躲避高温灼伤的小环境，减少了大帛斑蝶因为高温而产生的死亡。

实验表明，采用本文新发明的繁殖网纹室饲养的大帛斑蝶存活率和繁殖力均显著高于普通繁殖网纹室，其化蛹率和羽化率均能维持在 90%以上，从幼虫发育到成虫的存活率在 80%以上，15 日龄成虫存活率和成虫交配成功率维持在 80%以上，每雌产卵量在 260 粒以上，孵化率也高于 85%。佘震加（2008）采用室外套袋饲和室内用养虫盒和木质养殖箱饲养大帛斑蝶，化蛹率在 87%~97%，羽化率在 91%~98%，且成虫产卵喜产于叶片背面，主要集中在寄主植株的上部和下部。本研究得出的结果与其基本相同：化蛹率在 84%~95%，羽化率在 76%~100%。在对成虫产卵观察中也发现雌成虫在爬森藤叶片背面产卵较多，且产卵时间主要集中在早上 8:00—10:00。

本研究利用盆摘寄主植物供大帛斑蝶成虫产卵，方便了虫卵搜集和寄主植物更换。当大帛斑蝶成虫将卵产于寄主植物上后，可以根据市场

需求对虫卵进行保存和孵化。当市场无需大量虫源时，可将附着有大量虫卵的爬森藤叶片，置于消过毒的密封袋中，然后置于 4℃冰箱保存即可；若市场需求量较大，可用网兜罩住附着有虫卵的爬森藤植株，置于 26℃左右恒温室中让其孵化。在需要更换新的寄主植物时，只需将旧的盆栽寄主植物搬出，搬进新的盆栽寄主植物即可。因此，采用此方法，虫卵搜集与保存，以及寄主植物更换，操作简单方便，且提高了虫卵的利用率。

不过，研究发现，本研究中新发明的繁殖网纹室中的躲避植物选择是非常关键的。需要选择枝叶比较繁茂的灌木或者小乔木，且高度需要与第二土壤层高度相当，来作为本研究中的躲避植物比较好。较高和较矮的植株，均不利于营造大帛斑蝶躲避高温的小环境。植株过高，则小环境内空气流通较快，易与空气温度保持一致；植株过矮，则小环境空间太小，无法满足繁殖网纹室内大帛斑蝶的栖息。因此，选择高度比较适宜的灌木或者小乔木，作为本研究的躲避植物。本研究选择的躲避植物为朴树 *Celtis sinensis*，是一种小乔木，其高度可以通过修剪控制，且其枝叶比较繁茂，适宜做为本研究的躲避植物。

参考文献 (References)

Chen RL, Cai WJ, Zhou YF, Zhao CN, Du WC, Gu MB, 2011. The biology of *Troides helena spilotia* Rothschild and the preliminary study of its large-scale breeding. *Forest Research*, 24(6): 792-796. [陈仁利, 蔡卫京, 周铁烽, 赵灿南, 杜文昌, 顾茂彬, 2011. 裳凤蝶污斑亚种的生物学与规模化饲养的初步究. 林业科学研究, 24(6): 7921-796.]

Chen SQ, Ouyang SZ, 2003. Effects of temperature on development of *Idea leuconoe*. *Entomology of Taiwan*, 23(3): 331-351. [陈素琼, 欧阳盛芝, 2003. 温度对大白斑蝶发育之影响. 台湾昆虫, 23(3): 331-351.]

Chen XM, Zhou CL, Shi JY, Shi L, Yi CH, 2008. Ornamental Butterflies in China. Beijing: China Forestry Publishing House. 212. [陈晓鸣, 周成理, 史军义,石雷, 易传辉, 2008. 中国观赏蝴蝶. 北京: 北京林业出版社. 212.]

She ZJ, 2008. Investigation butterflies in Xiamen and study on *Idea leuconoe* (Eriehson) biological characteristics. Master thesis. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University. [佘震加, 2008. 厦门岛蝴蝶种类调查与大帛斑蝶生物学特性研究. 硕士学位论文. 福州: 福建农林大学.]

Zhou CL, Shi JY, Chen XM, Yi CH, Shi L, 2006. Large scale artificial breeding of *Kallima inachus* Doubleday. *Journal of Beijing Forestry University*, 28(5): 107-113. [周成理, 史军义, 陈晓鸣, 易传辉, 石雷, 2006. 枯叶蛱蝶规模化人工繁育研究. 北京林业大学学报, 28(5): 107-113.]