



# 蝴蝶放飞的观赏性评价及人工调控研究

马茜茜<sup>1</sup>,魏永平<sup>2</sup>,刘 扬<sup>1</sup>

(1.西北大学 生命科学学院,西安 710069;2.西北农林科技大学 植物保护学院,陕西杨凌 712100)

**摘 要** 因气候原因放飞活动所需的蝴蝶大多需从南方引进,但在长距离运输时死亡率较高,确定蝴蝶最适储存温度和保存时间成为亟待解决的问题;蝶蛹也常被作为运输对象,而不同的环境会影响蝶蛹的羽化率和蝴蝶最终的成活率,故蝶蛹的羽化环境对放飞效果也起决定性作用;中国蝴蝶资源丰富,大都具有极高的观赏价值,确定适合放飞的蝴蝶种类也可以提升放飞效果。通过设置不同的温度和湿度统计蝴蝶的成活率来研究冷藏保存对蝴蝶的影响并确定最佳储存条件;通过分析不同的包装运输方式对蝴蝶和蛹的影响来确定最佳运输对象;结合蝴蝶在温室和网室内飞行的观赏价值判断哪些蝴蝶适合引进。引入的箭环蝶、美凤蝶、碧凤蝶、玉带凤蝶、达摩凤蝶、青斑蝶、虎斑蝶、金斑蝶、蓝点紫斑蝶和枯叶蛱蝶 10 种蝴蝶均具有较高的观赏价值;三角纸袋法包装通过空运运输可以确保较高的成活率,蝴蝶为 92%,蝶蛹为 97%,但蝶蛹的羽化率不高,最高的羽化率为 72.6%;在温度 18 ℃及相对湿度 80%的条件下冷藏保存可以延缓蝴蝶放飞时间,大约为 6 d;不同种类蝴蝶飞行及访花行为存在一定差异,蓝点紫斑蝶和碧凤蝶可以在蝴蝶园自我繁殖。蝴蝶放飞活动可以运输的对象有蝴蝶成虫和蝶蛹 2 种,但引进蝴蝶成虫比引进蛹经济效益好;运输方式为三角纸包法通过空运运输最为合适;在温度 18 ℃及相对湿度 80%的条件下冷藏保存可以延缓蝴蝶放飞时间,大约为 6 d,可以为蝴蝶放飞提供参考,减少经济损失,提高放飞效果。

**关键词** 蝴蝶;蝶蛹;观赏;温度;储存;放飞效果

**中图分类号** Q969.97

**文献标志码** A

**文章编号** 1004-1389(2018)07-1071-06

蝴蝶是生活中常见的昆虫,它们飞舞于花丛间,体态轻盈、优雅多姿,具有极高的观赏价值,被称为“会飞的花朵”“大自然的舞姬”,是大自然赋予人类的艺术品,博得了人们的青睐<sup>[1]</sup>。蝴蝶不仅为大自然平添美色,也象征着和平与美好。随着人们生活水平的提高,蝴蝶放飞这种新潮的活动方式逐渐兴起,一时间被大多数人追捧和喜爱,活体蝴蝶的需求量也逐渐变大<sup>[2]</sup>。然而北方地区因气候原因,需从南方运输不同的蝶种用于放飞<sup>[3]</sup>。在大量蝴蝶放飞活动的背后,存在一个亟待解决的问题:蝴蝶运输过程中死亡率极高,经济损失较大。除此之外,因蝴蝶成虫的寿命短,羽化期较长,蝶蛹还可作为运输的对象,蝶蛹的羽化时期也是供应活蝴蝶的最好寄送时期。所以要确定最佳运输对象从而降低死亡率,减少经济损失。另外,若确定蝴蝶的最适储存温度和大致可以保

存的时间就可以满足婚礼和庆典等定时定点放飞蝴蝶的要求<sup>[4]</sup>。本试验基于飞行高度、美观程度及价格高低等多种因素从云南和海南等地区运输 10 种不同种类的蝴蝶来研究冷藏保存对蝴蝶的影响并结合蝴蝶在温室和网室内飞行的观赏价值判断哪些蝴蝶适合在放飞活动中引进。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验地设在西北农林科技大学博览园内的昆虫博物馆外的温室和蝴蝶园网室内。温室和网室内种植许多蝴蝶的访花植物和寄主植物,访花植物和寄主植物资源相当丰富<sup>[5-6]</sup>。

### 1.2 试验材料

1.2.1 蝴蝶种类 试验所需蝴蝶均来自于云南和海南等地的蝴蝶养殖基地,基于飞行高度、美观

收稿日期:2018-03-04 修回日期:2018-06-05

基金项目:2018 年西北大学校级创新创业训练计划(2018305)。

第一作者:马茜茜,女,本科生,从事昆虫学研究。E-mail:maxixi1998@163.com

通信作者:刘 扬,女,博士,副教授,从事昆虫系统学与生物多样性研究。E-mail:liuyagent@nwu.edu.cn

魏永平,男,博士,副教授,从事昆虫学研究。E-mail:weiyip@nwfufu.edu.cn

程度及价格高低等因素选出以下适用于放飞的 10 个种类<sup>[7-8]</sup>:箭环蝶(*Stichopthalma howqua bowringgi* Joicey et Talbot)、美凤蝶(*Papilio memnon* Linnaeus)、玉带凤蝶(*Papilio polytes* Linnaeus)、碧凤蝶(*Papilio bianor* Cramer)、达摩凤蝶(*Papilio demoleus* Linnaeus)、青斑蝶(*Tirumala limniace* Cramer)、虎斑蝶(*Danaus genutia* Cramer)、金斑蝶(*Danaus chrysippus* Linnaeus)、蓝点紫斑蝶(*Euploea midamus* Linnaeus)和枯叶蛱蝶(*Kallima inachus* Doubleday)。

1.2.2 蝴蝶访花植物与寄主植物 访花植物:菊花(*Dendranthema morifolium*) (菊科),五色梅(*Lantana camara*) (马鞭草科),九里香(*Murraya paniculata*) (芸香科),仙客来(*Cyclamen persicum*) (报春花科),一串红(*Salvia splendens*) (唇形科),矮牵牛(*Perunia hybrida*) (茄科),三角梅(*Bougainvillea spectabilis*) (紫茉莉科),夜来香(*Telosma cordata*) (柳叶菜科),油菜(*Brassica napus* L.) (十字花科),白花三叶草(*Trifolium repens*) (豆科),石榴(*Punica granatum* L.) (石榴科),金盏菊(*Calendula officinalis* L.) (菊科),三叶草(*Qxalis rubra*) (豆科),月季(*Rosa chinensis*) (蔷薇科),火炬花(*Kniphofia uvaria*) (百合科),绣线菊(*Spiraea xbumalda*) (蔷薇科),万寿菊(*Tagetes patula* L.) (菊科),金鸡菊(*Coreopsis lanceolata*) (菊科),石竹(*Dianthus chinensis*) (石竹科)。

寄主植物:柑橘(*Citrus reticulata* Banco) (芸香科),榕树(*Ficus microcarpa*) (桑科),棕榈(*Trachycarpus fortunei*) (棕榈科),鱼尾葵(*Caryota ochlandra*) (棕榈科),花椒树(*Zanthoxylum bungeanum*) (芸香科),吴茱萸(*Evo-dia rutaecarpa* (Juss.) Benth) (芸香科),马兜铃(*Aristolochia debilis* Sieb. Et Zucc.) (马兜铃科)。

### 1.3 试验方法

1.3.1 不同蝴蝶活动规律 通过比较不同蝴蝶在温室和蝴蝶园内的日活动规律、飞行状态、飞行高度、飞行频率来对确定这 10 种蝴蝶是否适于引进。

1.3.2 包装运输对蝴蝶成虫及蛹成活率的影响

把引进的蝴蝶放飞到蝴蝶园网室,把蝶蛹挂在温室和网室中的不同环境下,记录蝴蝶和蛹的总数,观察统计蝴蝶的死亡数量、蛹的羽化数量,计

算出蝴蝶和蛹的存活率<sup>[9]</sup>。

1.3.3 不同释放环境对蛹羽化率的影响 将蛹分成 3 组进行对比试验(温室内养虫箱中、温室内树上悬挂及蝴蝶园网室养虫箱中),每天记录坏蛹的数量,羽化成虫的数量,同时记录其中翅展良好的和死去的数量<sup>[10]</sup>。

1.3.4 温度对蝴蝶保存期的影响 将买回来的蝴蝶分别放在 15℃、18℃和 22℃,相对湿度为 80%的人工培养箱内,各 100 只。每天取出 10 只,进行对比试验。观察统计每天放飞蝴蝶的死亡及存活数量,计算出最适合蝴蝶保存的温度和能保存的时间<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 蝴蝶的活动规律观察

2.1.1 日活动规律 由表 1 可知:7:00—9:00,气温在 25℃以下,相对湿度为 70%~80%,蝴蝶不爱飞行,有 80%以上停在玻璃两旁、树丛中、网室角落等地方,活动的蝴蝶有 20%以下;9:00—11:00,气温在 25℃左右,相对湿度为 50%~70%,有 80%左右的蝴蝶飞行,也爱访花吸蜜;11:00—14:00 是每天气温最高的时候,平均在 35℃以上,相对湿度低,蝴蝶一般不活动,不飞翔,也不访花吸蜜,停在阴凉处的比较多,停在玻璃两旁也有,但比较少;14:00—17:00,气温在 30℃左右,相对湿度比中午小一些,有 40%的蝴蝶活动;所以蝴蝶的日活动高峰在 9:00—11:00。

箭环蝶基本上不飞翔,总停在阴凉的高处,很少访花采蜜;美凤蝶喜欢访花吸蜜,飞行缓慢;碧凤蝶和美凤蝶差不多,飞行缓慢,喜欢访花吸蜜;玉带凤蝶、达摩凤蝶喜欢低空飞行和访花吸蜜,活动频繁;青斑蝶、虎斑蝶、金斑蝶和蓝点紫斑非常活跃,喜欢活动飞翔,也喜欢访花吸蜜,喜欢在花丛周围活动,大部分停在玻璃两旁。而枯叶蛱蝶喜欢停在玻璃两旁,喜欢低空飞行,速度很慢,也有访花吸蜜行为。

2.1.2 飞行状态比较 由表 2 可知:蝴蝶园网室内的蝴蝶比温室内的蝴蝶滑翔时间长;斑蝶振动次数最多,最长达 12 次,滑翔时间短,为 2~3 s;而箭环蝶振动次数少,为 4~5 次,滑翔时间长,为 5~7 s;金斑蝶、虎斑蝶和达摩凤蝶振动得最快。

2.1.3 飞行高度 每种蝴蝶飞行的高度都不一样,通过观察统计每种 20 只蝴蝶飞行的平均高度可知各种蝴蝶飞行情况,并对温室和网室的蝴蝶

进行比较, 结果见表 3。

表 1 10 种蝴蝶的活动情况  
Table 1 Activities of ten kinds of butterflies

种类 Species	时间 Time									
	7:00— 8:00	8:00— 9:00	9:00— 10:00	10:00— 11:00	11:00— 12:00	12:00— 13:00	13:00— 14:00	14:00— 15:00	15:00— 16:00	16:00— 17:00
箭环蝶 <i>St. howqua bowringgi</i>	0	0	++ A	++B	0	0	0	0	0	0
美凤蝶 <i>P. memnon</i>	0	0	0	+	0	0	0	+	+	+
碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	0	0	+C	+C	0	0	0	+	+C	+C
玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	0	0	+C	+C	0	0	0	+C	+C	+C
达摩凤蝶 <i>P. demoleus</i>	0	+C	+C	+C	0	0	0	+C	+C	++C
青斑蝶 <i>T. limniace</i>	0	0	++	+C	0	0	0	+	+D	+D
虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	0	0	++	+	0	0	0	+	+	+
金斑蝶 <i>D. chrysiippus</i>	0	0	+D	+C	0	0	0	+	+C	+C
蓝点紫斑蝶 <i>E. midamus</i>	0	0	+C	+C	0	0	0	0	+	+
枯叶蛱蝶 <i>K. inachus</i>	0	0	0	+	0	0	0	+C	0	0

注: 蝴蝶状态表示方法: 不活动: 0; 活动状态一般: +; 活动状态较好: ++; 高空: A; 从中: B; 低空: C; 花丛: D。

Notes: 0; Inactive; +; Active; ++; Very active; A; High flying; B; Low altitude flying; C; Low flying; D; Flying among the flowers.

表 2 10 种蝴蝶飞行情况的比较  
Table 2 Comparison of flight conditions of ten kind of butterflies

种类 Species		箭环蝶 <i>St. howqua bowringgi</i>	美凤蝶 <i>P. memnon</i>	碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	达摩 凤蝶 <i>P. demoleus</i>	青斑蝶 <i>T. limniace</i>	虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	金斑蝶 <i>D. chrysiippus</i>	蓝点紫 斑蝶 <i>E. midamus</i>	枯叶 蛱蝶 <i>K. inachus</i>
温室 Green house	翅膀振动次数 Number of wing flap	6—7	8—10	6—10	4—8	8—10	5—10	6—11	7—11	4—12	7—9
	滑翔时间/s Time of flight duration	5—6	3—5	2—3	2—4	2—3	5—6	2—3	5—6	2—4	4—6
蝴蝶园 Butterfly garden	翅膀振动次数 Number of wing flap	4—5	5—6	5—7	5—7	4—8	5—7	6—8	4—8	6—8	6—7
	滑翔时间/s Time of flight duration	5—7	4—6	6—7	5—7	2—5	5—8	3—5	4	4—6	4—7

由表 3 可知: 网室内的美凤蝶、碧凤蝶、玉带凤蝶、青斑蝶、蓝点紫斑蝶和枯叶蛱蝶比温室内的蝴蝶飞行高度高。箭环蝶飞行最高, 温室平均为 317.5 cm, 网室内平均为 307.5 cm; 蓝点紫斑蝶、碧凤蝶、美凤蝶、青斑蝶和枯叶蛱蝶飞行

高度一般, 约 70~165 cm; 达摩凤蝶、玉带凤蝶、金斑蝶和虎斑蝶飞行高度最低, 为 25~35 cm。

2.1.4 飞行频率 通过观察统计每个种类 20 只蝴蝶 5 min 内停留的平均次数可以确定在空中飞翔时间较长及最具观赏性的蝴蝶。结果见表 4。

表 3 10 种蝴蝶飞行的平均高度比较  
Table 3 Comparison of average flying heights of ten kinds of butterflies cm

种类 Species	温室 Green house	蝴蝶园网室内 Netted room
箭环蝶 <i>St. howqua bowringgi</i>	317.5	307.5
美凤蝶 <i>P. memnon</i>	52.5	85
碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	65	122.5
玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	27.5	35
达摩凤蝶 <i>P. demoleus</i>	42.5	25
青斑蝶 <i>T. limniace</i>	65	70
虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	42.5	25
金斑蝶 <i>D. chrysiippus</i>	82.5	22.5
蓝点紫斑蝶 <i>E. midamus</i>	82.5	165
枯叶蛱蝶 <i>K. inachus</i>	57.5	75

表 4 10 种蝴蝶 5 min 内停留次数  
Table 4 Flight frequency of ten kinds of butterflies in five minutes

种类 Species	温室內 Green house	蝴蝶园网室内 Netted room
箭环蝶 <i>St. howqua bowringgi</i>	14	9
美凤蝶 <i>P. memnon</i>	16	13
碧凤蝶 <i>P. bianor</i>	15	11
玉带凤蝶 <i>P. polytes</i>	12	12
达摩凤蝶 <i>P. demoleus</i>	13	11
青斑蝶 <i>T. limniace</i>	10	8
虎斑蝶 <i>D. genutia</i>	14	17
金斑蝶 <i>D. chrysipus</i>	16	14
蓝点紫斑蝶 <i>E. midamus</i>	7	6
枯叶蛱蝶 <i>K. inachus</i>	14	13

由表 4 可知,蝴蝶园网室内的蝴蝶在飞行中停的次数比温室内的蝴蝶停的次数少,说明网室内的蝴蝶在空中飞行的时间长;斑蝶停的次数比凤蝶少,所以斑蝶在空中飞行的时间长;枯叶蛱蝶停的次数一般;无论是温室还是网室中,蓝点紫斑蝶在空中飞行的时间最长。

2.2 运输包装方式对蝴蝶成活率的影响

目前,运输蝴蝶都采用三角纸袋法包装,在保持一定的温度、湿度等条件下,通过飞机进行长距离运输。对两次通过空运引进的蝴蝶进行统计发现 两次空运蝴蝶的存活率都很高,分别为 92.6% 和 92.3%,死亡率分别为 7.4% 和 7.7%。所以把蝴蝶装在三角纸袋通过飞机进行长距离运输的这种方法可行的,也是相对理想的运输方法。

2.3 引进蝶蛹的存活率及羽化情况

蝴蝶属于完全变态,一生有卵、幼虫、蛹、成虫 4 个阶段,而蝴蝶成虫存活期短,羽化期较长,故可以选择蝶蛹为运输对象。将个体较大、健康、无破损的蛹挑出用压有凹槽的塑料板包装,分层放入透气的硬盒内,等待运走。这种方法可以延长蝴蝶的观赏时间。通过统计两次引进的蝶蛹发现 坏死亡率很低,分别为 2.4% 和 2.7%。比引进蝴蝶的坏死亡率更低,就死亡率而言,蝶蛹也适于运输。把运输的蛹放在不同的环境下观察统计它的羽化

率,到第一次引进的蛹基本羽化完后,取样调查,结果见表 5。

由表 5 可知,温室内养虫箱中的湿度大,蛹羽化率最高,为 72.6%;温室内的气温高,湿度小,所以羽化率比较低,为 65.0%;网室太阳光直射,湿度小,有一半的蛹干死,羽化率最低,为 25.1%。由此可知,只要控制好环境中的湿度等条件,蛹的羽化率明显提高。但蛹羽化过程中,有被蚂蚁、寄生蜂等破坏的现象发生,所以也要预防这些客观因素对蝶蛹羽化率的影响。

蛹的羽化率并不是 100%,是因为很多疾病在幼虫期并未显现出来而在蛹期可能表现出来。所以最终羽化率比较低,比蝴蝶成虫的存活率低。引进蝴蝶和引进蛹存活率都比较高,分别达 92% 和 97%,但由表 5 知蛹最终羽化率低。综合来说,引进蝴蝶比引进蝶蛹经济效益好。

2.4 温度及保存时间对蝴蝶存活率的影响

由于蝴蝶的寿命短,所以若能把买回来的蝴蝶分批释放,就可以提高蝴蝶园的经济效率,也可以满足婚礼、庆典等定时定点放飞蝴蝶的要求。故本试验把 100 只蝴蝶分别放在相对湿度为 80%、不同的温度下的养虫箱中,每天取出 10 只放飞,确定最合适保存蝴蝶的温度及保存的时间。结果见图 1。

表 5 不同环境下蛹的羽化情况

Table 5 Emergence of pupae under different environments

项目 Item	温室 养虫箱内的蛹 Pupa in greenhouse cage	温室 树上悬挂的蛹 Pupa in plant breeder	蝴蝶园网室 养虫箱内的蛹 Pupa in netted room cage
蛹坏死数 Number of virus or bacteria-infected pupae	35	54	24
蛹干死数 Number of dead pupae	19	78	98
蛹羽化数 Emergence number	143	246	41
羽化率/% Emergence percentage	72.6	65.0	25.1

由图 1 可知: 蝴蝶在 15 °C 下一般能保持活跃的最大时间是 4 d, 18 °C 下一般能保持活跃的最大时间是 6 d, 而 22 °C 下一般能保持活跃的最大时间是 3 d。因此, 蝴蝶最好的冷藏温度是 18 °C, 最多保存 6 d。

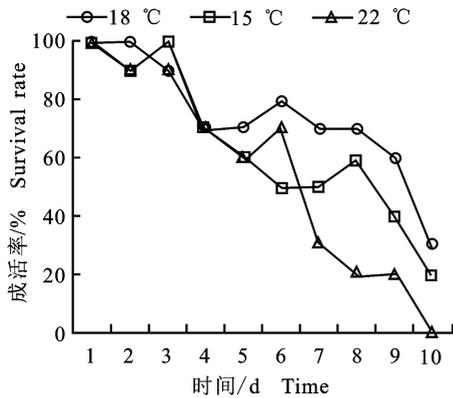


图 1 不同温度下蝴蝶的成活情况

Fig. 1 Survival of butterflies at different temperatures

### 3 结论与讨论

#### 3.1 引入的 10 种蝴蝶均具有较高的观赏价值

通过比较引入的 10 种蝴蝶的形态特征, 每种蝴蝶均具有较高的观赏性, 可以在蝴蝶放飞中使用。

#### 3.2 不同蝴蝶活动规律的差异

通过长时间对蝴蝶园和温室内放飞的蝴蝶观察发现, 9:00—11:00 蝴蝶喜欢活动, 也爱访花吸蜜; 总体而言, 蝴蝶园网室内的蝴蝶在飞行中停的次数比温室内的蝴蝶停的次数少, 说明蝴蝶园网室的蝴蝶在空中飞行的时间比温室的长, 蝴蝶园的蝴蝶也比温室的蝴蝶活泼; 而且网室内的蝴蝶比温室内的蝴蝶飞行高。因此, 在蝴蝶园放飞蝴蝶更适合游人观赏。而温室面积小, 温度高, 湿度小, 不太适合蝴蝶生活。所以引进的蝴蝶应该多在蝴蝶园放飞。

#### 3.3 三角纸袋法包装通过空运运输可以确保蝴蝶较高的成活率

目前, 用作长距离运输的都是蝴蝶的成虫和蛹, 蝴蝶的成虫是装在三角纸袋里, 每个纸袋最多装两只; 蛹是装在压有凹槽的塑料板包装中。经过两次调查发现, 这种包装下蝴蝶成虫和蛹的存活率均大于 92%, 坏死亡率小于 7%, 说明包装运输方式是可行的。

#### 3.4 引进蝶蛹成活率高, 但羽化率不高, 故引进蝴蝶成虫比蛹经济效益好

通过统计不同环境下蝶蛹的羽化数量, 发现

最终羽化率较低, 比蝴蝶成虫的存活率低。因此, 引进蝴蝶成虫比引进蛹经济效益好。

#### 3.5 冷藏保存可以延缓蝴蝶放飞时间

通过把蝴蝶放在不同温度下冷藏保存发现, 在 18 °C 及相对湿度为 80% 的条件下, 蝴蝶冷藏的时间最长, 可达 6 d, 可以解决在特定时间特定地点分批放飞蝴蝶的问题。

#### 参考文献 Reference:

- [1] 周尧. 中国蝴蝶分类与鉴定[M]. 河南: 河南科学技术出版社, 1998.  
ZHOU Y. Classification and Identification of Chinese Butterflies [M]. Henan: Henan Scientific and Technological Publishing House, 1998.
- [2] 胡树慧. 蝴蝶资源的开发利用与保护[J]. 特种经济动植物, 2001(9): 8-9.  
HU SH H. Development, utilization and protection of butterfly resources [J]. *Special Economic Animal and Plant*, 2001(9): 8-9.
- [3] 史军义, 周成理, 陈晓鸣. 蝴蝶异地放飞中的生物入侵风险评估与管理[J]. 林业科学研究, 2005, 18(5): 621-627.  
SHI J Y, ZHOU CH L, CHEN X M. Assessment and prevention in invasion risk in live butterfly releasing [J]. *Forest Research*, 2005, 18(5): 621-627.
- [4] 史军义, 周成理, 史蓉红, 等. 我国蝴蝶产业中亟待解决的几个问题[J]. 四川动物, 2006, 25(1): 157-160.  
SHI J Y, ZHOU CH L, SHI R H, et al. Problems in developing of industry of butterfly in China [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2006, 25(1): 157-160.
- [5] 陈兴永, 陈海东, 温瑞珍. 玉带凤蝶羽化时间的控制[J]. 昆虫知识, 2003, 40(3): 268-269.  
CHEN X Y, CHEN H D, WEN R ZH. Control of eclosion timing in the common mormon butterfly *Papilio polytes* [J]. *Entomological Knowledge*, 2003, 40(3): 268-269.
- [6] 程家安, 唐振华. 昆虫分子科学[M]. 北京: 科学出版社, 2001.  
CHENG J A, TANG ZH H. *Insect Molecular Science* [M]. Beijing: Science Press, 2001.
- [7] 刘炳仁. 蝴蝶养殖技术[J]. 农村经济与科技, 2001, 12(10): 28-28.  
LIU B R. Butterfly breeding technology [J]. *Rural Economy and Science-Technology*, 2001, 12(10): 28-28.
- [8] 陈树椿. 中国珍稀昆虫图鉴[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.  
CHEN SH CH. *Pictorial Handbook of Rare and Precious Insects in China* [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999.
- [9] 魏永平. 经济昆虫养殖与开发利用大全[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.  
WEI Y P. *The Breeding, Development and Utilization of Economic Insects* [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2001.

- [10] 李 平. 蝴蝶的人工饲养[J]. 特种经济动植物, 2002, 5(3):57-58.  
LI P. Artificial breeding of butterflies [J]. *Special Economic Animals and Plants*, 2002, 5(3):57-58.
- [11] 周 尧. 中国蝶类志[M]. 河南科学技术出版社, 2000.  
ZHOU Y. Monograph of Chinese Butterflies [M]. Henan: Henan Scientific and Technological Publishing House, 2000.

## Ornamental Evaluation of Butterflies and Artificial Control

MA Xixi<sup>1</sup>, WEI Yongping<sup>2</sup> and LIU Yang<sup>1</sup>

(1. College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. College of Plant Protection, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

**Abstract** Due to climate reasons, nowadays most of flying butterflies need to be introduced from the south areas of China, but the high mortality rate is always caused by long-distance transportation. So it is urgent to solve the problems of optimum storage temperature and the number of days for butterflies's survival. In addition to butterflies, pupae are often used as objects, and different surroundings will affect the emergence rate of pupae and the survival rate of the final butterflies. Therefore, the emergence environment of pupae also plays a decisive role in the flying activities. China is rich in butterfly resources. Most of them have very high ornamental value, and the identification of suitable butterfly species can improve the flying effect. The survival rate of butterflies under different temperatures and humidities was studied for the effect of refrigeration on the butterfly and the optimal storage conditions. To determine the optimal transport object by analyzing the influence of different packaging methods on the butterfly and chrysalis. Combined with the ornamental value of the butterfly in the greenhouse and the nets indoor flight, we could determine which butterfly species is suitable for introduction. The 10 species of butterflies had high ornamental value. The higher survival rate could be ensured by air transportation with packing of the triangular paper bag. The butterfly was 92% and the chrysalis was 97%, but the emergence rate of the chrysalis was not high and the highest emergence rate is 72.6%. Cold storage at 18 centigrade temperature and 80% relative humidity could delay about 6 days in the butterfly release time. Different species of butterflies had some differences in the flight behavior. The objects that can be transported in the flying activities are butterfly adult and chrysalis, but it is more economical to introduce butterfly adult than chrysalis. It is the most suitable way to transport the triangle paper by air transportation. Refrigerated and stored at 18 °C and 80% relative humidity can delay the flying time of butterflies, which is about 6 days. It can provide a reference for the butterfly flying activities, reduce the economic loss, and improve the effect of flying.

**Key words** Butterflies; Butterfly chrysalis; Watching; Temperature; Storage; Flying effect

**Received** 2018-03-04      **Returned** 2018-06-05

**Foundation item** The Innovation and Entrepreneurship Training Program of Northwestern University in 2018(No. 2018305).

**First author** MA Xixi, female, undergraduate. Research area: entomology. E-mail: maxixi1998@163.com

**Corresponding author** LIU Yang, female, Ph. D, associate professor. Research area: insect systematics and biodiversity. E-mail: liuyagent@nwu.edu.cn

WEI Yongping, male, Ph. D, associate professor. Research area: entomology. E-mail: weiyp@nwa-fu.edu.cn

(责任编辑: 郭柏寿      **Responsible editor: GUO Baishou**)