

# 中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种的杂交

蒋文斌 潘家复 缪建吾

(中国科学院上海昆虫研究所)

Wen-bin, Jiang  
Pan, Jia-fu,  
Miao, J.  
Hybridization  
Between *Anopheles*  
*sinensis* + *Anopheles*  
*lesteri*

中华按蚊(*Anopheles sinensis* Wiedmann)和雷氏按蚊嗜人血亚种(*Anopheles lesteri anthropophagus* Xu and Feng) 同属于一个类群。许锦江、冯兰洲(1975)将赫坎按蚊类群(*Hyrceanus* group)定为9个种,并把小型中华按蚊(冯兰洲等,1958)及小窄甲板型按蚊(马素芳,1964)定为雷氏按蚊嗜人血亚种(*Anopheles lesteri anthropophagus*)。而马素芳(1980)将赫坎按蚊类群改称为中华按蚊种团(*Anopheles sinensis* Group),并认为雷氏按蚊嗜人血亚种应作为一个独立种,故定为嗜人血按蚊(*Anopheles anthropophagus*)。我们仅将它们作为本试验的材料,对定名各异无所偏爱。

中华按蚊是全国性分布的种,雷氏按蚊嗜人血亚种仅分布于长江流域和其以南的12个省区。前者偏嗜畜血,兼吸人血;后者偏嗜人血。因此,它们是我国疟疾和丝虫病的主要传染媒介。但两种蚊虫在传病上的重要性因地而异。上述两种蚊虫的生活史各期的形态十分相似,而造成鉴定上的困难。许多学者已注意到使用细胞遗传学的方法研究鉴别形态上十分相似的物种。近年来 Kanda 和 Oguma 1977a, b 用人工交配方法对日本的中华按蚊和拟中华按蚊(*Anopheles sineroides*)以及雷氏按蚊和中华按蚊进行杂交试验,并对它们的亲缘关系作了分析。而且,应用细胞遗传学的方法还能将复合体(Complex)的隐种(sibling species)加以鉴别(Bryan, 1973; Davidson, 1964; Kitzmiller, 1967)。因此,我们的兴趣在于用细胞遗传学的方法来研究本类群众多蚊种之间在遗传学上的相互关系。本文仅报道中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种的杂交试验结果。

## 材 料 和 方 法

本试验所用的中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种分别采自上海郊区和浙江省吴兴县,并在我们的实验室饲养多年。实验室温度为 $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为50%以上。幼虫化蛹后,在解剖镜下以外生殖器区分雌雄。然后分别放入大小为 $20 \times 20 \times 20$ 厘米的纱布笼内。我们按 Baker 和 Kitzmiller (1961)以及 Baker 等(1962)的方法进行人工交配。交配前一天给雌蚊吸血,交配后再给雌蚊吸一次血。次日将单个雌蚊放入有湿滤纸的指管内产卵。产下 $F_1$ 代杂种卵的第三天,检查卵之船面的宽窄,并计数。然后放入有水的容器里孵化。幼虫饲养至四龄时挑选部分个体大而活跃者按 French (1962)描述的方法制备唾腺染色体,以此比较观察 $F_1$ 代杂种与亲代唾腺染色体的差异。余下的幼虫养至成虫作自交和回交试验。

我们还按上述相同条件和方法作自然交配的观察。

我们还将中华按蚊雄蛹、中华按蚊雌蛹、雷氏按蚊嗜人血亚种的雌蛹为一组；雷氏按蚊嗜人血亚种雄蛹，中华按蚊雌蛹，雷氏按蚊嗜人血亚种雌蛹为另一组，按1:1:1的比例放入上述大小的纱布笼内。放入后的第六天给予吸血，然后将吸血的雌蚊单个放在指管内产卵。根据许、冯(1975)的报告，中华按蚊卵的中部的船面宽度平均为84.1微米，雷氏按蚊嗜人血亚种卵之中部的船面宽度平均为18.5微米，二者有明显的差异。又据我们的观察，卵之船面的宽窄取决雄蚊与何种雌蚊交配，即雄蚊与中华按蚊雌蚊交配，雌蚊产下的卵的船面为宽型，雄蚊与雷氏按蚊嗜人血亚种雌蚊交配，雌蚊产下的卵的船面为窄型。依此可知道它们能否与异种的雌蚊杂交。

## 结果和讨论

从中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种的杂交可看出(表1)， $F_1$ 杂种的卵的孵化率比亲本低，幼虫期死亡率较高，而且到了蛹期又有一部分死亡，特别是 $F_1$ 杂种的雄虫大多数在羽化后死在水面上，故所获得的杂种成蚊很少。 $AS\delta \times ALA\eta$ 的 $F_1$ 代的羽化率为21.83%， $ALA\delta \times AS\eta$ 的羽化率仅为9.67%。Kanda和Oguma(1977b)报道的中华按蚊和雷氏按蚊杂交在幼虫期和蛹期都出现较高的死亡率。

表1 中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种人工诱导和自然杂交的结果

杂交组 $\delta\delta \times \eta\eta$	产卵 蚊数	卵粒数	幼虫数	孵化率 (%)	化蛹数		化蛹率 (%)	羽化数		羽化率 (%)
					$\delta$	$\eta$		$\delta$	$\eta$	
Parental species										
AS* $\times$ AS	34	6,172	4,979	80.67	1,195	1,253	49.17	987	1033	82.52
ALA* $\times$ ALA	27	4,034	2,422	60.04	650	442	45.09	530	344	80.04
Interspecies by induced copulation										
AS $\times$ ALA	93	18,825	11,189	59.44	1,161	2,028	28.64	139	557	21.83
ALA $\times$ AS	32	5,111	2,683	52.49	122	147	10.03	2	24	9.67
Natural copulation										
AS $\times$ ALA	16	2,250	953	42.36	143	211	37.15	62	83	40.96
ALA $\times$ AS	12	2,415	1,051	43.52	69	277	28.16	17	100	39.53

\* AS = *An. sinensis*.

ALA = *An. lesteri anthropophagus*.

$F_1$ 杂种与亲本回交(表2)， $AS\delta \times ALA\eta$ 杂交所得的 $F_1$ 杂种雄蚊分别与二个种的亲本雌蚊回交能产生一部分卵。与中华按蚊雌蚊回交19对，其中有3只雌蚊产卵，其卵数为561；而与雷氏按蚊嗜人血亚种雌蚊回交18对，有6只雌蚊产卵，总卵数为682。但全部回交的卵均未孵化。当 $F_1$ 杂种雌蚊与二个种的亲本雄蚊回交时均未产卵，说明 $F_1$

杂种的雌雄蚊都是不育的。在 Kanda 和 Oguma (1977b) 所作的中华按蚊和雷氏按蚊的杂交中，因幼虫和蛹的死亡率高而没有得到杂种成虫，以致无法确定  $F_1$  杂种的能育性。Bryan (1973) 报道了斑点按蚊复合体 (*Anopheles punctulatus* Complex) 有些成员的杂交所得到的杂种雄虫之精巢极小，甚至其精巢的宽度还不如输精管，以及有很少分化的细胞，显然杂种雄蚊是不育的。Davidson (1964) 对尼日利亚的冈比亚按蚊复合体 (*Anopheles gambiae* Complex) 成员进行了杂交，发现其中有的成员杂种雄蚊精巢和副腺萎缩，以致杂种雄虫是不育的，可是杂种雌虫是能育的。

表 2  $F_1$  和亲代回交的结果

杂交组 $\delta\delta \times \text{♀♀}$	交配数	授精成蚊数	产卵成蚊数	卵粒数	孵化率 (%)
ALA $\times$ (AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$	18	18	0	0	—
(AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ ALA	18	0	6	682	0
AS $\times$ (AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$	17	13	0	0	—
(AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ AS	19	0	3	561	0
(AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ (AS $\delta$ $\times$ ALA $\text{♀}$ ) $F_1$	12	0	0	0	—
ALA $\times$ (ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$	32	22	0	0	—
(ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ ALA	0	—	—	—	—
AS $\times$ (ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$	21	18	0	0	—
(ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ AS	0	—	—	—	—
(ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$ $\times$ (ALA $\delta$ $\times$ AS $\text{♀}$ ) $F_1$	0	—	—	—	—

我们解剖  $F_1$  杂种成蚊 50 只左右，发现其雄蚊除个别的个体精巢退化外，绝大部分雄蚊未看到精巢，而且副腺明显缩小 (图 1 C、D)。杂种雌蚊的卵巢也有不同程度的退化，仅在一个个体中看到比较清晰的卵巢 (图 1 E、F)。

两个种的实验室小笼自然交配试验的结果与人工诱导交配的相类似。不论是人工诱导交配还是自然交配，它们的唾腺染色体中的常染色体均有不联会区 (图 2, C、D)。这与 Bryan 和 Coluzzi (1971), Davidson (1964, 1967) 以及 Kanda 和 Oguma (1977b) 对斑点按蚊、冈比亚按蚊复合体和赫坎按蚊类群的研究结果相一致。但它们的性染色体大多是联会的 (图 2, C、D)。杂种个体的能育程度与常染色体和性染色体的联会程度有很大的关系，这一点已是众所周知的了。

中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种在小的纱布笼内能自然交配。那末，当有同种配偶存在的条件下，它们能否与异种的配偶发生交配，并能产下能孵化的卵，这对确定它们在自然界能否自由杂交有参考价值的。为此我们将上述种的雄蚊与两个种的雌蚊一起放入笼内作自然杂交观察，结果见表 3。

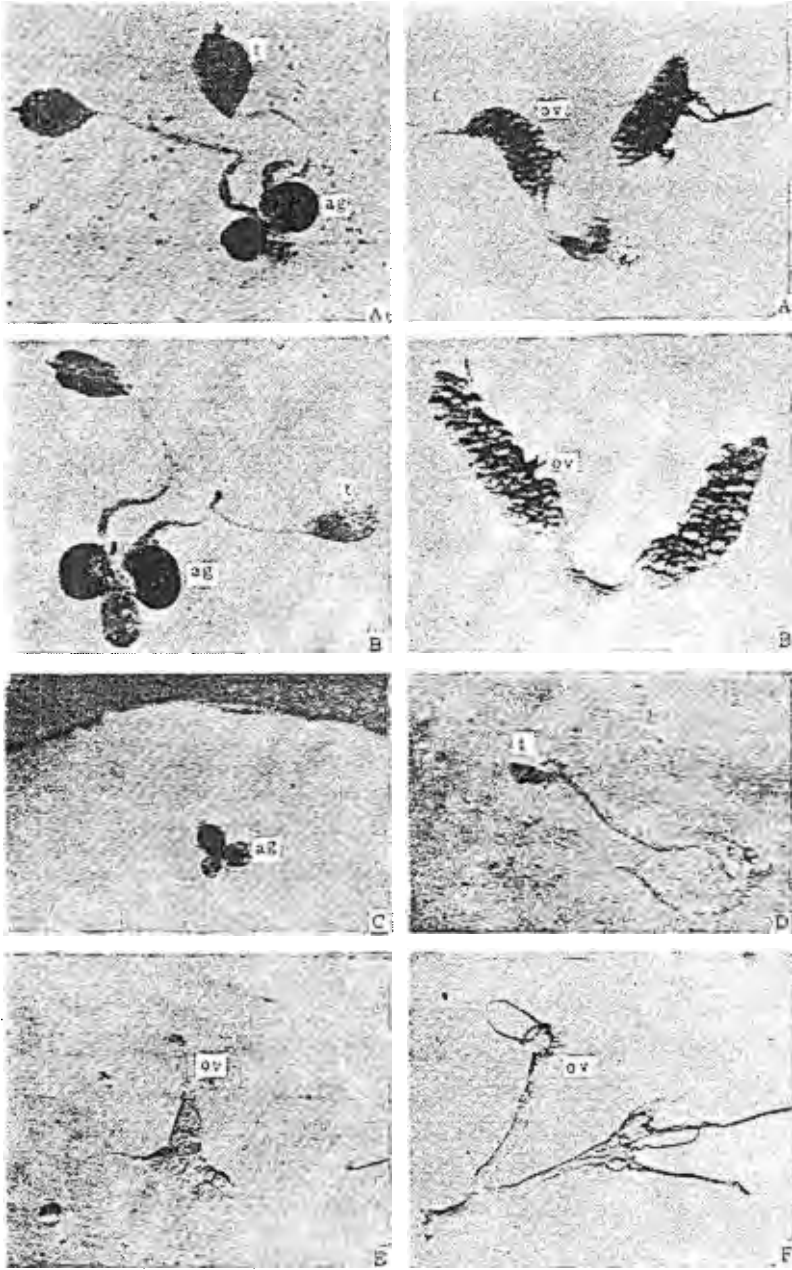


图 1 中华按蚊、雷氏按蚊嗜人血亚种以及  $F_1$  杂种的生殖系统

- A. 中华按蚊: 雄性(左), 雌性(右);  
 B. 雷氏按蚊嗜人血亚种: 雄性(左), 雌性(右);  
 C.  $F_1$ (AS♂ × ALA♀) 雄性杂种;  
 ag = 附腺  
 D.  $F_1$ (ALA♂ × AS♀) 雄性杂种;  
 t = 睾丸  
 E.  $F_1$ (ALA♂ × AS♀) 雌性杂种;  
 F.  $F_1$ (ALA♂ × AS♀) 雌性杂种;  
 ov = 卵巢

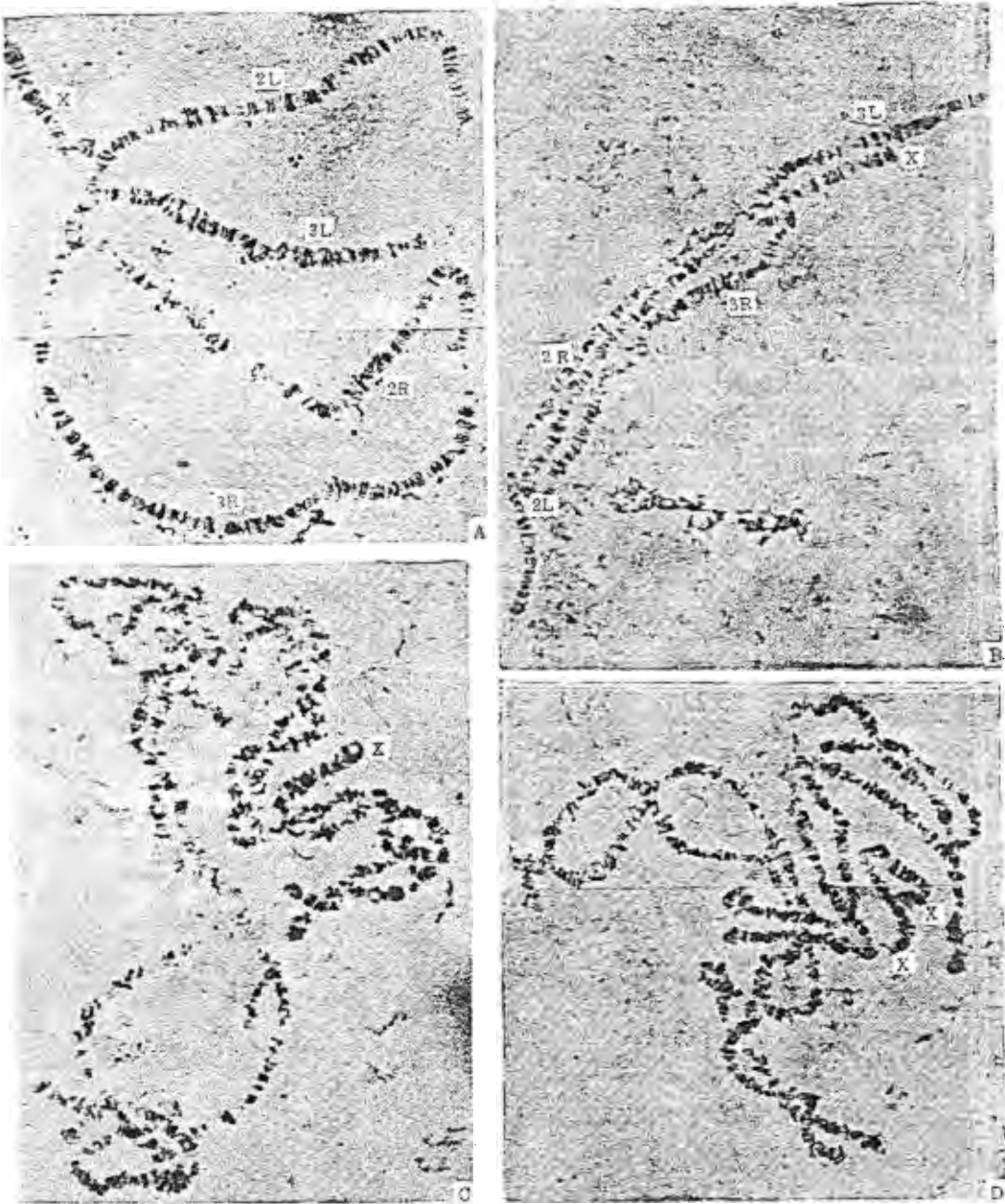


图 2 中华按蚊、雷氏按蚊嗜人血亚种以及  $F_1$  杂种的唾腺染色体

- A. 中华按蚊;
- B. 雷氏按蚊嗜人血亚种;
- C.  $F_1$  (AS♂ × ALA♀) 杂种;
- D.  $F_1$  (ALA♂ × AS♀) 杂种

表 3 中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种的雄蚊分别与该两种雌蚊一起在小笼内的杂交结果

杂 交 组	ALA 卵型	百分率(%)	AS 卵型	百分率(%)
AS♂50:AS♀50:ALA♀50	13	28.26	33	71.74
ALA♂50:ALA♀50:AS♀50	31	67.39	15	32.61
ALA♂50:ALA♀50	40	100	-	-
AS♂50:AS♀50	-	-	28	100

从表 3 的结果可看出, 两个种的雌虫和其他一方的雄虫同时存在时能相互杂交, 但与同种配偶的交配率明显大于异种的交配率。这个试验表明在自然界该两种蚊虫完全可能杂交。

根据我们对中华按蚊和雷氏按蚊嗜人血亚种的人工诱导交配, 自然交配都能产生 $F_1$ 杂种。而且, 该两种的雄蚊分别与同种和异种的雌蚊同时存在的情况下也能相互杂交并产生 $F_1$ 杂种, 但 $F_1$ 杂种与亲代回交不能产生后代。缪建吾等(1980)对上述两种蚊虫酯酶同工酶的研究也都表明这两种蚊虫是保持着一定生殖隔离的物种, 又是亲缘关系相近的两个种。

## 参 考 文 献

- [1] 马素芳, 1964. 赫坎按蚊种群内中华按蚊不同类型的研究: I. 卵的形态比较. 昆虫学报, 13(6): 862—72.
- [2] 马素芳, 1980. 我国中华按蚊种团的研究, 包括四新种. 动物学集刊, 第一集, 59—70. 科学出版社.
- [3] 冯兰洲等, 1958. 中华按蚊传染马来丝虫的进一步研究. 中华医学杂志, 44(1): 13—7
- [4] 许锦江、冯兰洲, 1975. 我国赫坎按蚊类群的研究. 昆虫学报, 18: 77—98.
- [5] 缪建吾, 蒋文斌、黄生民, 1980. 我国六种蚊虫酯酶同工酶的比较研究. 昆虫学研究集刊, 第一集, 89—92. 上海科学技术出版社.
- [6] Baker, R. H. and J. B. Kitzmiller, 1961. Induced copulation and chromosomal heterozygosity in *Anopheles*. *Amer. Zool.* 1: 435.
- [7] Baker, R. H., W. L. French and J. B. Kitzmiller, 1962. Induced copulation in *Anopheles* mosquitoes. *Mosquito News* 22: 16—17.
- [8] Bryan, J. H., 1973. Studies on the *Anopheles punctulatus* Complex II. Hybridization of the member species. *Tran. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 67 (1): 70—84.
- [9] Bryan, J. H. and M. Colyzi, 1971. Cytogenetic Observation on *Anopheles farauti* Laveran *Bull. W. H. O.* 45: 266—267.
- [10] Davidson, G., 1964. *Anopheles gambiae*, a complex of species. *Bull. W. H. O.* 31: 625—634.
- [11] French, W. L., R. H. Baker and J. B. Kitzmiller, 1962. Preparation of mosquito chromosomes. *Mosquito News* 22: 377—383.
- [12] Kanda, T. and Y. Oguma, 1977 a. Hybridization between *Anopheles sinensis* and *Anopheles sineroides*. *Mosquito News* 37: 115—117.
- [13] Kanda, T. and Y. Oguma, 1977 b. Hybridization between *Anopheles sinensis* and *Anopheles lesteri*. *Mosquito News* 37: 118—123.
- [14] Oguma, Y., 1978. Crossing studies among six strains of *Anopheles sinensis*. *Mosquito News* 38: 357—366.

## HYBRIDIZATION BETWEEN *ANOPHELES SINENSIS* AND *ANOPHELES LESTERI ANTHROPOPHAGUS*

Jiang Wen-bin    Pan Jia-fu    Miao Jian-wu

(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica)

Hybridization experiments between *Anopheles sinensis* and *An. lesteri anthropophagus* as interspecific crosses were done by induced and natural copulation. The  $F_1$  hybrids showed high mortality in the larval and pupal stages and their males and females were sterile. Autosomal asynapses of the  $F_1$  hybrids were observed in salivary chromosomes, but sex chromosomes of many hybrids were synapses.  $F_1$  hybrids back crossed with their parents but did not obtain any offspring. When the males of *sinensis* and *anthropophagus* were put respectively in two cages with the females of both *sinensis* and *anthropophagus*, they could cross each other and produced  $F_1$  hybrids. The copulation percentage of *sinensis* crossing with the same species was 71.74, but crossing with *anthropophagus* was 28.26; the percentage of *anthropophagus* crossing with the same species was 67.39, but crossing with *sinensis* was 32.61. This revealed that the crossing percentage within the same species was much higher than that within the different species. Results of interspecific crosses indicate that reproductive isolation exists between *sinensis* and *anthropophagus*, and they are two separate species but with a close relationship.