

## 河南棉蚜种群组成的染色体分析\*

原 国 辉

(河南农业大学, 郑州)

## 摘 要

本文报道了用染色体分析技术研究棉蚜自然种群组成的试验结果。在棉蚜发生的不同阶段制备体细胞染色体标本, 根据染色体相对长度和G-带带型进行分析, 结果表明, 河南棉蚜种群是由正常核型(NK)和两种易位核型( $T_{1-2}$ ,  $T_{1-3}$ )棉蚜组成的复合种群。各种核型棉蚜在种群中所占的比例随时间而变化, 其中正常核型是越冬寄主花椒上和棉田苗期的优势种群,  $T_{1-2}$ 核型是棉花蕾铃期的优势种群,  $T_{1-3}$ 核型蚜虫少见。文中还比较了花椒、石榴、木槿3种主要越冬寄主上的棉蚜核型, 以及河南省郑州、南阳、新乡、灵宝、商丘5地的棉蚜核型, 均未发现差别, 都是由正常和易位核型棉蚜组成的复合种群。文后讨论了易位核型棉蚜在自然种群中的保持问题, 认为棉蚜繁殖速度快, 每年大部分时间营孤雌生殖, 不会被有性阶段所淘汰。

关键词: 棉蚜, 种群组成, 染色体。

棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 是棉花的重要害虫之一。过去已经开展了大量研究工作, 但在分析伏蚜产生的原因, 阐述伏蚜与苗蚜的关系这一基本问题时, 人们仅从形态、生理及其对外界条件的反应等方面考虑, 而未从遗传学角度进行研究。

现代科学已经证明, 遗传信息控制着生物的生长、发育和生殖过程, 而这些信息主要来自染色体, 生物的各种表现都是基因型与环境条件共同作用的结果。因此, 研究棉蚜的染色体组型, 对于解决当前棉蚜研究中的一些问题有着重要意义。

有关棉蚜染色体的报道最早见于美国<sup>[1]</sup>, 记录了棉蚜的体细胞染色体数为  $2n = 8$ 。近十几年, 一些国家也相继报道了本国的棉蚜染色体数, 均与美国的结果相符。但是, 仍停留在简单的核型记述上, 没有用染色体特征来研究生态学问题。从1984年开始, 我们采用低渗涂片法和 HCl-Giemsa 分带技术制备染色体标本, 对棉蚜的种群组成进行了染色体分析, 现将结果报道于后供参考。

## 一、研究方法

## 1. 棉蚜的采集

(1) 越冬寄主上棉蚜的采集: 只观察3种主要越冬寄主。花椒树上的蚜虫在4—6月间采集, 每3天一次, 每次采集20—30头孤雌胎生若蚜; 石榴、木槿树上的棉蚜在5月中旬一次取样, 各采集60—70头若蚜。采集时连同寄主叶片带回室内立即制片。

(2) 棉田蚜虫的采集: 在5月初棉田见到蚜虫时开始, 到9月上旬结束, 每5天取样一次, 每次采集60—70头若蚜制片, 随机采集, 但为了避免同一棉株上的蚜虫均来自同一头母蚜, 每头蚜虫采自不同棉株, 棉株间隔在4米以上, 伏蚜出现后, 每株分上、中、下3个部位采集。

(3) 不同地区棉蚜的采集: 每年6—7月间取样一次, 依次在南阳、新乡、灵宝、商

\* 本研究在贾钟麟、丁文山教授指导下完成。并得到河南医科大学寄生虫教研室徐秀芬副教授、王仲文老师热情指导, 本校遗传教研室陈伟程教授审阅文稿, 特此致谢。

本文于1987年9月17日收到。

丘的棉田采集, 每地选 2—3 块棉田, 每块田采集 30—40 头若蚜制片。

## 2. 染色体标本的制备

采集蚜虫后, 在室内解剖, 每头蚜虫的幼小胚胎制备一张玻片, 编号记录, 制片方法采用原国辉<sup>[2]</sup>介绍的低渗涂片法制备染色体标本, 老化 7 天后用 Pijnacker<sup>[3]</sup>的 HCl-Giemsa 分带技术进行处理。

## 3. 核型分析

染色体标本染色后, 首先进行显微镜核型分析, 在显微镜下观察, 每张玻片观察 20 个以上中期分裂相, 统计出变型或结构异常的标本数。对分带良好的标本, 用 OLYMPUS 万能显微镜照像, 每张玻片照 2—4 个视野, 冲洗放大后, 进行显微像片核型分析, 观察带型变异, 测量染色体长度, 按公式:

$$\text{染色体相对长度} = \frac{\text{实测长度}}{\text{全部染色体长度总和}} \times 100$$

计算出每条染色体的相对长度。

## 二、结果与讨论

通过对 3 千多张优良染色体标本显微镜观察和对 527 张标本的一千多张照片进行分析, 得到如下结果。

表 1 三种核型棉蚜染色体相对长度的比较

Table 1 Comparison of chromosomal relative length of three karyotypes of cotton aphid

染色体	NK	S	T <sub>1-2</sub>	S	T <sub>1-3</sub>	S
A <sub>1</sub>	17.12	0.85	19.15	1.22	19.28	1.17
	17.12	0.85	17.05	1.33	17.20	1.02
A <sub>2</sub>	13.51	0.43	11.63	0.09	13.65	0.71
	13.51	0.43	13.89	0.84	13.65	0.71
A <sub>3</sub>	11.98	0.62	12.01	0.78	10.06	0.83
	11.98	0.62	12.01	0.78	11.62	0.76
A <sub>4</sub>	7.38	0.64	7.47	0.59	7.28	0.57
	7.38	0.64	7.47	0.59	7.28	0.57
A <sub>1</sub> + A <sub>3</sub>	30.63		30.78			
	30.63		30.94			
A <sub>1</sub> + A <sub>2</sub>	29.10				29.33	
	29.10				28.82	

### 1. 棉蚜自然种群的异质性

研究表明, 在棉蚜自然种群中存在染色体的多态现象。根据染色体长度 (见表 1) 和 G-带带型 (见图版 I) 分析棉蚜体细胞中期染色体, 发现存在有 3 种核型。

(1) 正常核型 具有正常核型 (Normal Karyotype, NK) 的棉蚜体细胞染色体数  $2n = 8$ , 包括 3 对较长的染色体和 1 对较短的染色体, 与前人的报道相符。按照常规命名法则, 从最长染色体开始, 依次将 4 对同源染色体称为 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub> 和 A<sub>4</sub>, 其相对长度分别为 17.12、13.15、11.98 和 7.83。从图版 I 的 G-带带型看, A<sub>1</sub> 具有 5 条深带, A<sub>2</sub> 具有 4 条深带, A<sub>3</sub> 具有 3 条深带, A<sub>4</sub> 具有 2 条深带。

(2) 易位核型 从表 1 可以看出, 棉蚜体细胞中期染色体存在两种结构变异。在这些变异的分裂相中, 某一对同源染色体中一个成员的长度减少, 必然伴随另一对同源染色体中的一个成员长度增加, 而这两条非同源染色体长度之和基本不变, 与正常核型相加后的长度差异不显著。从图版 I 的 G-带带型看, 两种变异中, 长度减少的染色体均少了一条带, 而长度增加的染色体都多了一条带, 由此推断这些变异是由非同源染色体间的易位引起的。这种易位有两种, A<sub>1</sub> 与 A<sub>2</sub> 间的易位 (1, 2 Translocated, T<sub>1-2</sub>) 和 A<sub>1</sub> 与 A<sub>3</sub> 间的易位 (1, 3

Translocated,  $T_{1-3}$ )。此外, 在有丝分裂中期还观察到, 除了同源染色体之间的距离较近以外, 发生易位的两条非同源染色体也有靠近的趋势 (图版 I 中箭头所指), 可能是易位染色体同源部分相互吸引所致。

从上述核型分析结果不难看出, 棉蚜自然种群是由不同染色体组型的蚜虫构成的复合种群。如果将每种核型作为一个染色体小种, 那么, 田间棉蚜种群至少由 3 个小种组成, 其中正常核型和  $T_{1-2}$  核型蚜虫发生量较大,  $T_{1-3}$  核型棉蚜见到较少。

## 2. 不同核型棉蚜的田间消长

在越冬寄主花椒上和棉田定期采集棉蚜, 室内制片观察, 统计出各种核型蚜虫在标本中所占的百分率, 绘成图 1、图 2。

从图 1 可以看出, 在越冬寄主花椒上, 正常核型棉蚜一直是优势种群, 在早春卵孵化后

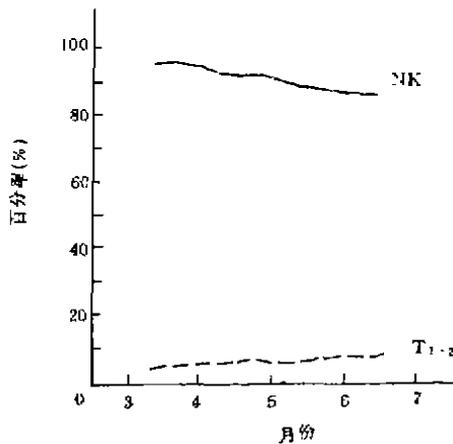


图 1 花椒树上正常和  $T_{1-2}$  核型棉蚜所占比例的变化

Fig.1 The changes in the proportion of NK and  $T_{1-2}$  cotton aphids on pricklyash

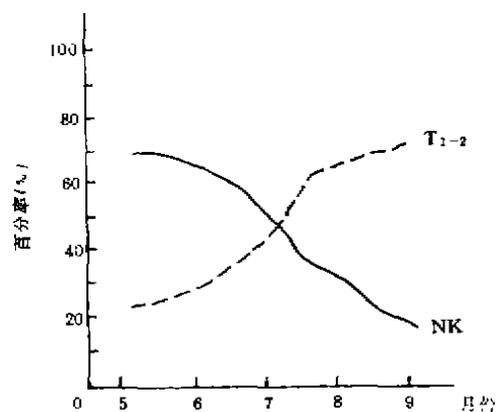


图 2 棉花上正常和  $T_{1-2}$  核型棉蚜所占比例的变化

Fig.2 The changes in the proportion of NK and  $T_{1-2}$  cotton aphids on cotton

占的比例较高, 达 95.5%, 此后逐渐降低, 到 6 月上旬降到 87.6%。 $T_{1-2}$  核型棉蚜在早春可以见到, 但所占比例较低, 仅占 3.8%, 以后数量逐渐增加, 到 6 月上旬达 9.3%。

从图 2 可以看出, 在棉花苗期, 正常核型棉蚜占的比例也比较大, 最高达 69.8%, 最低为 62.0%, 仍为优势种群。但随着时间推移, 一直呈下降趋势, 到棉花蕾铃期处于次要地位, 在 7 月上中旬占 38.8%, 到 8 月中旬只占 23.0%。 $T_{1-2}$  核型棉蚜则相反, 在棉田一直呈上升趋势, 棉花苗期所占比例较低, 而到棉花蕾铃期迅速上升为优势种群, 7 月中旬调查已占 60.2%, 到 8 月上旬达到 69.3%。

综上所述, 苗蚜和伏蚜都是由不同核型的棉蚜组成的复合种群, 主要区别在于优势种群的不同, 前者以正常核型为主, 后者以  $T_{1-2}$  核型蚜虫为主, 因此, 不能将苗蚜与正常核型棉蚜完全等同起来, 也不能将伏蚜与  $T_{1-2}$  核型蚜虫完全等同。至于如何解释汪世泽等<sup>[4]</sup>提出的季节生物型问题, 从遗传学角度看, 生物的表现型是基因型与环境条件共同作用的结果, 在易位蚜虫中, 除了基因连锁群发生变化外, 基因数量并没有发生多大变化, 与正常核型一样, 所以, 二者在不同温度下都可能表现出绿色型和黄色型, 当然, 还需要分离饲养不同核型棉蚜, 获得各个无性系的生物学证据。

### 3. 越冬寄主上棉蚜的核型及棉田蚜源

关于棉蚜越冬寄主的研究,国内外已有大量报道,本研究对花椒、石榴、木槿3种主要越冬寄主上的棉蚜进行染色体分析表明,都是由正常和易位核型蚜组成的复合种群。而且在3种越冬寄主上都观察到了伏蚜优势种群 $T_{1-2}$ 核型蚜虫的存在,表明在越冬寄主方面,伏蚜与苗蚜并没有多大差别,棉田蚜虫是由越冬寄主上迁移来的。

### 4. 不同地区棉蚜的种群组成

棉蚜为世界性害虫,在国内遍及各省区,分布范围较广,根据生物地理学的观点,广泛分布的物种易受物种分化的影响。过去,由于蚜虫形态鉴定的困难,对棉蚜的地理分化研究较少,我们从染色体分析入手,对此进行了初步观察,结果表明,在河南省的郑州、南阳、新乡、灵宝和商丘5个地区,棉蚜自然种群都是由正常核型和 $T_{1-2}$ 、 $T_{1-3}$ 核型蚜组成的复合种群,地区间差别不大。至于国内广大地区,特别是棉蚜终年进行无性繁殖,不经过有性世代的地区,可能存在着丰富的染色体多态现象,应予进一步研究。

### 5. 易位核型棉蚜在自然种群中的保持

上述结果表明,易位核型种群是棉蚜自然种群中不可忽视的组成部分之一,对它们在棉蚜生活史循环中如何发展和保持的问题,值得加以研究。已经知道,在有性生殖动物的自然种群中,易位是很少发生的,原因之一是在减数分裂时,易位杂合子将产生高比率的遗传物质重复或缺失的配子,导致后代出现半不育现象<sup>[5]</sup>。在河南棉区,棉蚜是一种全周期循环的蚜虫,在一年中,绝大部分时间进行单性孤雌生殖,由于这一阶段细胞只进行有丝分裂,种群中杂合易位的蚜虫可以通过连续的无性繁殖世代传递下去,易位杂合子不会被淘汰。然而,在每年一次的秋季有性生殖阶段,自然种群中发生的易位必定会受到强烈选择。

$T_{1-3}$ 核型在日本和澳大利亚的桃蚜〔*Myzus persicae* (Sulzer)〕自然种群中已经发现<sup>[6]</sup>。在实验室进行两个易位杂合子桃蚜间的杂交,在获得的 $F_1$ 无性系中,没有见到任何纯合易位的 $F_1$ 无性系<sup>[7]</sup>,说明桃蚜 $T_{1-3}$ 易位起着隐性致死突变作用,不仅在减数分裂时产生半不育的遗传物质重复和缺失的配子,而且在受精后产生的纯合易位后代也难以成活。然而, $T_{1-3}$ 核型桃蚜是自然界广泛存在的,并通过了有性阶段保持下来,如何解释这一现象呢?他们从进化角度假定,这种染色体结构变异可能与存活下来的杂合易位桃蚜的某些补偿有利性有关,同时也已经观察到,杂合易位的桃蚜无性系对杀虫剂具有高度抗性<sup>[8]</sup>,但是,还不能说明易位蚜虫的保持问题。

对于棉蚜来说,在观察的标本中,虽然见到两种染色体易位,但是没有见到两种易位同时发生在1头蚜虫上,也未观察到纯合易位的棉蚜,而且,在早春卵刚孵化时观察,易位蚜占的比例也很低,估计其有性阶段的遭遇与易位桃蚜有相似之处,有待进一步研究证实。

我们认为,用蚜虫的繁殖对策可以解释易位核型蚜在自然种群中的保持问题。因为蚜虫的有性生殖不同于其它动物,每年进行很多代无性生殖后,才进行1次有性生殖,而且具有繁殖快的特点。例如,在夏季棉蚜的初生若蚜5天就可以变为成蚜,1头成蚜每天可产4—5头若蚜,一生能繁殖60—70头若蚜。在这样的繁殖速度下,即使在秋季有性生殖阶段引起易位蚜较高的死亡率,存留下来的少量杂合易位蚜虫在来年经过多代孤雌生殖,到后期仍可发展成数量较大的种群。结果也表明,在一年中,易位棉蚜所占比例一直呈上升趋势。

## 参 考 文 献

- [1] Stevens, N.M., 1909, An unpaired heterochromosome in the aphids, *Journal of Experimental Zoology* (6):115—124.
- [2] 原国辉, 1987, 制备蚜虫染色体标本的低渗涂片法, *昆虫知识* 24 (5):304—305.
- [3] Pijnacker, L.P. & M.A. Ferwekda, 1975, Differential Giemsa staining of the holokinetic chromosomes of the spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae), *Experientia* 32(2): 158—160.
- [4] 汪世祥等, 1983, 棉蚜的体色分化与季节生物型问题, *西北农学院学报* (2):9.
- [5] Blackman, R.L. et al., 1980, *Insect Cytogenetics*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp.133—148.
- [6] Blackman, R.L. & H. Takada, 1975, A naturally occurring chromosomal translocation in *Myzus persicae* (Sulzer), *Journal of Entomology* (50):147—156.
- [7] Blackman, R.L. & H. Takada, 1977, The inheritance of natural chromosomal polymorphisms in the aphid *Myzus persicae* (Sulzer), *Genetica* 47(1): 9—15.
- [8] Blackman, R.L. et al., 1978, Chromosomal rearrangement involved in insecticide resistance in *Myzus persicae*, *Nature, London* (271):450—452.

## STUDIES ON THE POPULATION COMPONENTS OF APHIS GOSSYPHII GLOVER IN HENAN PROVINCE WITH CHROMOSOME ANALYSIS

Yuan Guohui

(Henan Agricultural University, Zhengzhou)

The results of experiment using the techniques of chromosome analysis for studying natural population components of cotton aphid, *Aphis Gossypii* Glover, are reported in this paper. The somatic chromosome preparation of cotton aphid were prepared in the different periods. Karyotype analysis was based on chromosome length and G-banding patterns. The results show that the natural population of the aphid is a complex population consisted of the normal karyotype (NK), the 1,2 translocated and 1,3 translocated karyotype ( $T_{1-2}$  and  $T_{1-3}$ ) aphids. The proportion of each karyotype changes with time. The NK aphids are the dominant population on the chinese prickly ash and cotton at seedling stage. The  $T_{1-2}$  aphids are the dominant on cotton at the bud and boll stage. The karyotype of aphids on different host plant, such as chinese prickly ash, pomegranate, rose of Sharon, cotton, and in the different regions such as Zhengzhou, Nanyang, Xinxiang, Shangqiou, Lingbao in Henan Province, were compared. No differences were discovered. In the article, the author discusses the problems of emergence and maintaining of translocated karyotype aphids and believes that these aphids can't be eliminated at the sexual stage because of the rapid reproduction and parthenogenesis characteristic of the cotton aphids.

**Key words:** *Aphis Gossypii* Glover, population components, chromosome,