

综述

革螨的细胞遗传¹⁾

周洪福 孟阳春
(苏州医学院寄生虫学教研室,江苏)

一、革螨的染色体

革螨的细胞遗传学研究主要对象是染色体。六十年代以前,革螨的染色体资料非常罕见,随 Oliver、Wysocki 等相继报道后,至今已记载 9 科 61 种革螨的染色体(表 1),其中植绥螨科的染色体研究较多(表 2)。

由表 1、2 可见,革螨的染色体数目自 3—18 条不等,绝大多数革螨的核型为单二倍体(haplo-diploidy),即雄螨为单倍体(n),雌螨为二倍体($2n$)。革螨的染色体为单着丝点,根据着丝点的位置和臂指数不同,可分等臂、异臂、头臂和单臂染色体;着丝点依次叫中、亚中、亚端和端着丝粒;臂指数(长臂:短臂)分别 \geq 1.0、1.7、3.0 和 7.0— ∞ 。

二、革螨的孤雌生殖

孤雌生殖又叫单性生殖,是由未受精卵发育的个体,即由雌配子产生胚胎,雄配子没有加入。

革螨的自然孤雌生殖有:

1. 产雄孤雌生殖(arrhenotoky),即单倍体型 未受精卵发育为单倍体的雄性个体,受精卵发育为二倍体的雌性个体。在螨类中,产雄孤雌生殖并不是偶尔发生的现象,在一些种上分类阶元(属、亚科、科)是普遍的。主要的生殖类型,如巨螯螨科、巨刺螨科、皮刺螨科及厉螨科中的一些螨。根据植绥螨细胞遗传学的理论,结合我们实验所见的感性材料,从下面柏氏禽刺螨(*Ornithonyssus bacoti*)的细胞遗传示意图(见下页)可以说明:

(1) 柏氏禽刺螨卵早期胚细胞核型为单二倍体, $n = 8, 2n = 16$ 。卵子发生是卵原细胞正常的减数分裂过程。精子发生称为发育不全减数分裂:即精原细胞第一次成熟分裂形成单极纺锤体,染色体不分裂,数目不减半,基本上为有丝分裂性质;第二次成熟分裂是正常的有丝分裂,与通常的减数分裂不同,不是产生 4 个精细胞,而只产生 2 个精细胞。

(2) 性别决定:革螨无特殊分化的性染色体,由单二倍体决定子代为雄螨或雌螨。从进化意义上讲,革螨的整套单倍体可比作高等动物的雄性性染色体。

表 1 革螨的染色体数目

科 名	种 名	$2n$	n
囊螨科 Ascidae	<i>Blattisocius patagiorum</i>	6 或 8	
皮刺螨科 Dermanyssidae	<i>Dermanyssus gailinae</i> <i>D. progenphilus</i>	6 6	3 3
厉螨科 Laelapidae	<i>Hypoaspis aculeifer</i> <i>H. miles</i> <i>Haemolaclaps glasgowi</i> <i>Laelaps</i> sp.	14 14 14	7 7 7 ¹⁾ 7
巨螯螨科 Macrochelidae	<i>Macrocheles muscaedomesticae</i> <i>M. penicilliger</i> <i>M. pisentii</i> <i>M. vernalis</i> <i>Areolaspis bifolius</i> <i>Ornithonyssus bacoti</i> <i>O. sylviarum</i> <i>Ophionyssus natricis</i>	10 10 10 10 10 16 16 18	5 — 5 5 5 8 8 9
巨刺螨科 Macronyssidae	<i>Dicrocheles phalaenodectes</i>	6 或 4	
蛾螨科 Otopheidomenidae	<i>Amblyogamasus septentrionalis</i> <i>Eugamasus kraepelini</i> <i>E. magnus</i> <i>Pergamasus brevicornis</i>	12 12 10 12	
寄螨科 Parasitidae	<i>Podocinum pacificum</i> <i>P. sagax</i>	10 10	
足角螨科 Podocinidae			5
植绥螨科 Phytoseiidae	(见表 2)		

1) 笔者未发表资料

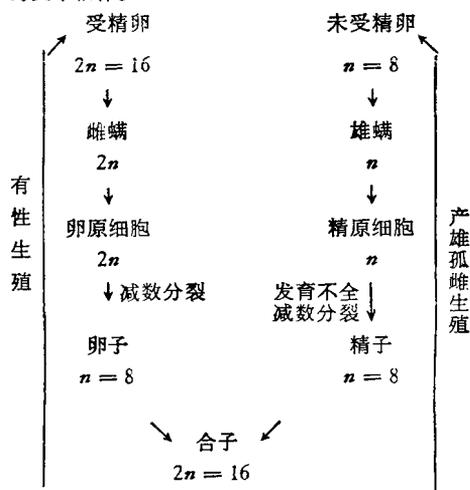
Zhou Hongfu et al.: Cytogenetic Studies of Gamaside Leach

1) 本文承日本国名古屋卫生保健大学户谷教授提供部分文献,致谢。

表 2 植绥螨的染色体数目

种 名	2n	n	种 名	2n	n
<i>Amblyseius aberrans</i>	8	4	<i>occidentalis</i>	6	3 ⁽¹⁾
<i>A. barkeri</i>	8	4	<i>Paragignathus</i>		
<i>A. bibens</i>	8	4	<i>tamaricis</i>	8?	4?
<i>A. brevipes</i>	8	4	<i>Phytoseius amba</i>	8	4
<i>A. chiapensis</i>	8	4	<i>P. finitimus</i>	8	4
<i>A. chilensis</i>	8	4	<i>Phytoseiulus</i>		
<i>A. cucumeris</i>	8	4	<i>persimilis</i>	8	4
<i>A. deleoni</i>	8	—	<i>Seiulus isotrichus</i>	8	4
<i>A. hibisci</i>	8	4	<i>Typhlodromus athiasae</i>	8	4
<i>A. judaicus</i>	8	4	<i>T. caudiglans</i>	8	4
<i>A. largoensis</i>	8	4	<i>T. chazeaui</i>	8	4
<i>A. mastaka</i>	8	4	<i>T. contiguus</i>	8	4
<i>A. messor</i>	8	4	<i>T. drori</i>	8	4
<i>A. rotundus</i>	8	4	<i>T. fallacis</i>	8	4
<i>A. rubini</i>	8	4	<i>T. gutierrezii</i>	8	4
<i>A. swirskii</i>	8	4	<i>T. occidentalis</i>	6	3
<i>A. vazimba</i>	8	4	<i>T. phialatus</i>	8	4
<i>Amblyseius</i> sp.	8	4	<i>T. porathi</i>	8	4
<i>Clavidromus</i> aff.			<i>T. rhenanus</i>	8	4
<i>jackmickleyi</i>	8	—	<i>T. stemlichtii</i>	8	4
<i>Iphiseius degenerans</i>	8	4	<i>Typhlodromus</i> sp.	8	4
<i>Metaseiulus</i>					

1) 为类单倍体。



(3) 性比: 我们曾检查 337 个卵的染色体标本, 据其中 51 个卵作性比测定, 30 个卵为二倍体, 占 59%, 21 个卵为单倍体, 占 41%。这与雌雄螨各占 50% 相比, 差别无显著意义 ($P > 0.05$), 证明柏氏禽刺螨属有规律的产雄孤雌生殖类型。

2. 产雌孤雌生殖 (thelytoky), 即二倍体型 未受精卵全部发育为雌螨, 雄螨可能不存在, 子代个体一般是二倍体, 因此与亲代具有完全相同的基因型。如巨螯螨科中的 *Macrocheles penicilliger*, *M. peniculatus*

两种螨为专性产雌孤雌生殖, 另 6 种仅知有雌螨。

3. 产两性孤雌生殖 (deuterotoky) 未受精卵兼可发育为雌性和雄性个体。如有人隔离饲养观察厩真厉螨 (*Eulaelaps stabularis*)、毒棘厉螨 (*Laelaps echidninus*) 的孤雌生殖, 产雌雄两性后代。

4. 雌核发育 (gynogenesis) 需要精子(激素)的刺激而使卵子活化的孤雌生殖, 精核未加入。如鸡皮刺螨 (*Dermanyssus gallinae*) 属于产雄孤雌生殖 雌核发育, 或叫单二倍体雌核发育。

有关革螨孤雌生殖的类型 见表 3, 从表 3 和表 2 所见, 存在孤雌生殖的革螨, 大多属产雄孤雌生殖 (单二倍体)。还应指出, 有些孤雌生殖常需交配, 如所有产雄孤雌生殖的种, 都以有性繁殖产雌螨, 雌核发育必须与雄螨交配后才能产卵。

三、关于类单倍体

按 Harti 和 Brown 类单倍体 (Parahaploidy) 的定义是: 合子生殖的种, 雄性只遗传母套染色体, 因父套在发育中异染质化或排除了。

自 1964 年发现植绥螨单二倍体核型后, 又因未交配的雌螨通常不产卵, 故一般认为植绥螨科的遗传系统, 像上述鸡皮刺螨的产雄孤雌生殖雌核发育。七十年代末, 有许多证据驳斥了这类孤雌生殖, 有人把西方

表 3 革螨的孤雌生殖

科 名	种 名	类型 ¹⁾	科 名	种 名	类型 ¹⁾
巨螯螨科 Macrochelidae	<i>Areolaspis bifolius</i>	A	巨刺螨科 Macronyssidae	<i>Ornithonyssus bacoti</i>	A
	<i>A. sp.</i>	A		<i>O. sylviarum</i>	A
	<i>Glypholaspis americana</i>	A		<i>Ophionyssus natricis</i>	A
	<i>G. confusa</i>	A	皮刺螨科 Dermanyssidae	<i>Dermanyssus gallinae</i>	AG
	<i>G. fimicola</i>	A		<i>D. progenphilus</i>	A
	<i>G. pontina</i>	A	厉 螨 科 Laelapidae	<i>Haemolaelaps casalis</i>	A
	<i>Holostaspella sp.</i>	A		<i>H. centrocarpus</i>	A
	<i>Macrocheles carinatus</i>	A?		<i>H. glasgowi</i>	A
	<i>M. glaber</i>	A		<i>H. semidesertus</i>	A
	<i>M. insignitus</i>	A		<i>Laelaps echidninus</i>	D
	<i>M. mammifer</i>	A		<i>L. vitzhumi</i>	A
	<i>M. matrius</i>	A		<i>Tricholaelaps myonyssognathus</i>	A
	<i>M. merdarius</i>	A	血革螨科 Haemogamasidae	<i>Eulaelaps stabularis</i>	D
	<i>M. muscaedomesticae</i>	A		足角螨科 Podocinidae	<i>Podocinum sagax</i>
	<i>M. parapsentii</i>	A	维 螨 科 Veigaidae		<i>Veigaia sp.</i>
	<i>M. penicilliger</i>	OT		植绥螨科 Phytoseiidae	<i>Typhlodromus guatemalensis</i>
	<i>M. peniculatus</i>	OT			
	<i>M. perglaber</i>	A			
	<i>M. pisentii</i>	A			
	<i>M. robustulus</i>	A			
	<i>M. rodriouezi</i>	A			
	<i>M. scutatus</i>	A			
	<i>M. sp.</i>	A			
<i>M. subbadius</i>	A				
<i>M. terreus</i>	OT?				
<i>M. vernalis</i>	A				

1) A产雄孤雌生殖。T产雌孤雌生殖。D产两性孤雌生殖。OT 专性产雌孤雌生殖。AG 产雄孤雌生殖雌核发育。

后绥伦螨 (*Metaseiulus occidentalis*) 雄螨, 经X线(1.35—8万拉德)照射, 与正常处女雌螨交配后, F₁代卵减少, 不产子代雌螨, F₁雄螨不育, 结合该螨不交配决不产卵, 提出西方后绥伦螨不是产雄孤雌生殖, 为类单倍体。八十年代用细胞遗传学研究, 进一步证实为类单倍体遗传系统。

西方后绥伦螨, 在 22°C 卵期大约为 4 天, 全部卵的发育必须是雌雄配子的有性生殖, 故产后 0—24 小时的早期卵, 胚细胞有丝分裂中期和后期都是二倍体, 2n = 6。24—48 小时的卵, 大约一半卵为二倍体, 以有丝分裂发育成雌螨。另一半左右发育为雄螨的卵, 中期 (metaphase) 有 6 条染色体, 中期前后似乎发生染色体配对, 形成 3 单位类似减数分裂双线期染色体, 同源染色体分为两套, 各 3 条染色体。一叫 H 套, 着色深、嗜碱性、较收缩; 一叫 E 套, 着色淡、嗜酸性、收缩少。后期 (anaphase), 3H 和 3E 染色体分开, 收缩仍不同, H 套非常可能是雄性亲代 3 条染色体, 似乎从细

胞排除了, 染色体数目减半, 成为单倍体, n = 3, 而未见细胞质分裂。末期 (telophase), E 套染色体解除收缩, 恢复间期 (interphase) 核形态。因此雄螨只遗传可能是雌性亲代的 E 套 3 条染色体。最近 Nelson-Rees 等还指出, 其它植绥螨, 目前认为是产雄孤雌生殖, 也可能为类单倍体。

蜱螨细胞遗传的研究, 近年来国外有较大进展, 发现了两个新的遗传系统: 类单倍体似乎是蜱螨亚纲中新的遗传系统; 卵形短须螨 (*Brevipalpus obovatus*) 和紫红短须螨 (*B. phoenicis*) (前气门亚目: 细须螨科) 的单倍体产雌孤雌生殖, 称动物界新发现的遗传系统。在中气门亚目、无气门亚目和前气门亚目中, 产雄孤雌生殖是很常见的繁殖形式。蜱螨染色体的研究虽取得了一定成绩, 但与有人估计全世界蜱螨超过 50 万种对照, 工作还刚开头, 尤其国内, 很多类蜱螨领域的染色体研究尚属空白, 今后可借鉴人类和其它节肢动物染色体的成果, 加强蜱螨细胞遗传的研究。

(参考文献见第 26 页)

数据估计 $P(D|i+)$ 和 $P(D|i-)$ 的数值。

假如病人中带有 i 抗原者的频率为 $P(i+|D) = Pd$, 正常人中 i 抗原的频率 $P(i+) = Pc$ 。从表 1 可见 $Pd = a/(a+b)$, $Pc = c/(c+d)$ 。再假设整个人群中该疾病的发病率为 x , 则表 1 中 i 抗原的分布情况可以写成表 4 的形式。

表 4 i 抗原的分布频率

	i 抗原		
	+	-	
病人(D)	Pdx	$(1-Pd)x$	x
正常人(N)	$Pc(1-x)$	$(1-Pc)(1-x)$	$1-x$
	$Pc + (Pd - Pc)x$	$1 - Pc - (Pd - Pc)x$	1

带有 i 抗原的个体中发病率 x_1 和不带 i 抗原个体中的发病率 x_2 分别为:

$$x_1 = \frac{Pd \cdot x}{Pc + (Pd - Pc)x}$$

$$x_2 = \frac{(1 - Pd)x}{1 - Pc - (Pd - Pc)x}$$

在 x 数值很小、 Pd 和 Pc 差别不大时, $(Pd - Pc)x$ 可以忽略不计。于是有:

$$x_1 = \frac{Pd \cdot x}{Pc} = \frac{a(c+d)x}{(a+b)c} \quad (11)$$

$$x_2 = \frac{(1 - Pd)x}{1 - Pc} = \frac{b(c+d)x}{(a+b)d} \quad (12)$$

计算 x_1 和 x_2 的方差, 仍然按上文介绍的对照转换方法, 令 $y_1 = \ln x_1$, $y_2 = \ln x_2$ 。可得:

$$V(y_1) = \frac{1}{a} + \frac{1}{c} - \frac{1}{(a+b)} - \frac{1}{(c+d)} \quad (13)$$

$$V(y_2) = \frac{1}{b} + \frac{1}{d} - \frac{1}{(a+b)} - \frac{1}{(c+d)} \quad (14)$$

从而可求出 y_1 和 y_2 的置信限, 然后从 y_1 和 y_2 反

对数求出 x_1 和 x_2 的范围。例如在上海居民中糖尿病的发病率为 $x = 0.01012^{[2]}$, 如粗略地将此数值用于表 1 的例子, 可求得:

$$x_1 = \frac{17 \times 105 \times 0.01012}{31 \times 14} = 0.0416,$$

$$y_1 = \ln 0.0416 = -3.1797,$$

$$V(y_1) = \frac{1}{17} + \frac{1}{14} - \frac{1}{31} - \frac{1}{105}$$

$$= 0.08847,$$

$$\sigma(y_1) = 0.2974。$$

所以 $y_1 \pm 1.96(0.2974)$ 的范围为 -3.7626 到 -2.5968 之间, 取反对数求得 x_1 的范围为 $0.0232-0.0745$ 。表明带有 DR3 的个体发生糖尿病的概率为 $2.32-7.45\%$ 。

同理可求出 $x_2 = 0.00527$ 。 x_1 和 x_2 的比值为 $0.0416:0.00527=7.89$ 。其实在 x 值很小, $(Pd - Pc)x$ 忽略不计时, x_1 和 x_2 的比值就等于相对危险率:

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{Pd(1 - Pc)}{Pc(1 - Pd)} = \frac{ad}{bc} = RR \quad (15)$$

(15)式表明, 在发病率 x 很低时, RR 和 x 之间是相互独立的, 即 RR 值与 x 无关。由于 Pd 和 Pc 两个数值能够调查得到, 所以(15)式提供从 Pd 和 Pc 计算 RR 值的又一途径。

参 考 文 献

- [1] 赵桐茂等: 1980. 中华内科杂志, 20(9): 515-517.
- [2] 上海市糖尿病协作组: 1980. 上海市糖尿病研究进展, 上海市参加中华医学会第一届全国内科学术会议论文选编, 中华医学会上海分会《上海医学》编辑组, p. 349-360.
- [3] Haldane, JBS.: 1956. *Ann. Human Genet.*, 20: 309-311.
- [4] Li, C. C.: 1961. *Human Genetics, Principle and Methods*, McGraw-Hill, New York p. 93-95.
- [5] Maeda, H. et al.: 1980. *Tissue Antigens*, 15: 173-176.
- [6] Terasaki, P. I.: 1980. *Histocompatibility Testing 1980*, UCLA Tissue Typing Laboratory, Los Angeles, p. 644.
- [7] Woolf, B.: 1955. *Ann. Human Genet.*, 19: 251-253.

- [2] Oliver, J. H. Jr.: 1971. *Am. Zoologist*, 11:283-299.
- [3] ———: 1977. *Ann. Rev. Entomol.*, 22:407-429.
- [4] Pijnacker, L. P. et al.: 1981. *Acarologia*, 22:157-163.

(上接第45页) 参 考 文 献

- [1] Nelson-Rees, W. A. et al. 1980. *Chromosoma (Berl.)*, 77:263-276.