

甘蔗黄螟精子的超微结构 及辐射对其影响*

范玉清 刘秀琼

(植保系)

提 要

本研究观察了正常黄螟睾丸中精子细胞的超微结构。并研究在蛹后期照射 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线3.0万伦琴处理后对当代雄虫, 和照射1.5万伦琴处理后羽化的雄虫, 与正常雌虫配对所产的子代雄虫(F_1)睾丸的精子细胞超微结构的影响。

经辐射处理后的当代雄成虫和(F_1)代雄成虫, 其睾丸中的精子绝大多数具有正常的超微结构。从结果表明在后期蛹, 用本试验的两个处理剂量, 对当代及 F_1 代雄成虫精子的超微结构影响很小。在应用上, 既能达到理想不育效果, 又不影响其交尾受精竞争能力。本研究结果为应用辐射不育技术防治黄螟提供理论依据。

关键词 黄螟; 精子; 辐射不育; 超微结构

引 言

甘蔗黄螟 *Tetramesa schistaceana* Snellen 是甘蔗的重要害虫之一。自1974年以来, 对其利用不育措施进行综合防治的研究, 已取得了较大的进展^{1~4}。用3.0万伦琴 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线照射后期雄蛹可得到99%以上的不育效率, 用1.5万伦琴照射后期雄蛹, 在 F_1 代可产生显著的遗传不育(作者未发表资料)。利用辐射不育防治害虫, 自50年代发展起来后, 国外在基础理论与应用方面进行了广泛的研究。国内虽然也做了不少工作, 但仍有较大差距^{3,4,5}。尤其在基础研究方面, 则研究报导很少。为此, 作者在研究利用辐射不育措施防治黄螟时, 观察了黄螟精子的超微结构, 以及辐射 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线后, 对精子超微结构的影响。为了进一步研究辐射不育和辐射遗传不育防治害虫提供依据。

本文为范玉清硕士学位论文的一部分。实验中心李济和、章潜才、伦璇、陆东安等同志协助进行电镜观察。生物物理研究室部分同志协助辐射处理, 谨此一并感谢。

1987年11月26日收稿

材料与 方法

将田间采得及试验室饲养所得黄螟蛹,根据其腹部特征,区分雄、雌,分装于养虫缸。雄蛹在其发育后期时,在我校生物物理研究室井式辐射源,以500伦琴/分的剂量率,照射 $^{60}\text{Co}\gamma$ -射线。应用3.0万和1.5万伦琴两处理剂量,附设对照。蛹经辐射后,让其自然羽化,在羽化后1~3天内,解剖出睾丸,按常规电镜观察制样方法制样、切片、染色,观察其各发育阶段精子细胞的超微结构及辐射对其影响。

F_1 代辐射遗传不育雄虫的精子超微结构的观察,则是在后期蛹照射1.5万伦琴 $^{60}\text{Co}\gamma$ -射线之后,让其羽化与正常雌虫配对,按黄端平等^[5]所述方法饲养,获得 F_1 代雄成虫。同样,在其羽化后1~3天内,解剖出其睾丸,以同样方法制样、切片、染色、观察和拍照。

结 果

(一) 正常黄螟精细胞的超微结构

根据观察、比较,同时参照前人的研究^[9,10]观察到黄螟羽化后1~3天的成虫,其睾丸中含有各发育阶段的精细胞,但其中绝大多数为精子细胞和成熟或近成熟的精子束。同其它鳞翅目昆虫一样,产生两种类型的精子,即有核精子(eupyrene)和无核精子(apyrene),都以精子束的形式(图版1)存在于睾丸中。

图版2是电子显微镜下的精原细胞,相互之间由间撑状膜(interdigitating membrane, IM)相连在一起,富含核糖体,但几乎无膜系统结构存在,有些细胞之间还有细胞桥(cell bridge, CB)相通,进一步发育,形成精母细胞,再经减数分裂,产生精子细胞。在精子的形成和成熟过程中,一些细胞器要发生很大的变化。其中,最显著的是线粒体(mitochondria, M)。首先,由常态线粒体变成付核(nebenkern, NBK)(图版3),然后进行一次分裂,形成一对线粒体衍生体(mitochondria derivatives, MD)(图版4),其形式类似前人的描述^[9]。同时,在这个阶段,高尔基体(Golgi body, GB)很发达,许多人^[9,10]认为,精子的顶体是由高尔基体形成的。

一个成熟的精子的超微结构,有核精子与无核精子有很大的差异。共同特点是:在鞭毛部位都有一根轴丝(axoneme, A),由 $9+9+2$ 构型分布的微管组成,最外的9条为付微管(accessory tubule)电子密度大;次外层的9条为双微管(doublet tubule)中间一对则为中心微管(central tubule)。除此之外,都有一对线粒体衍生体(图版7和8)。不同的是:有核精子中的一对线粒体衍生体为不等大,相互靠近,甚至合为一体,其复杂的膜套(membrane sheath, MS)上有许多成辐射状排列的叶状附器(laciniate appendage, LA)和一个网状附器(reticular appendage, RA),也称亮带(clear band)或卫星棒(satellite rod),其相对位置固定(图版7);而无

核精子则不同,一对线粒体衍生体是等大的,且相互分离,膜套结构简单,无叶状附器,也无网状附器(图版8)

黄螟精子束,其精子数多数为 2^8 个即256个或稍少(图版5),但有部分无核精子束的精子数为 2^9 个,也即512个或稍少,(图版6)。同一精子束的精子排列整齐,方向一致,同步发育。

(二) 辐射后期蛹对当代雄成虫精子超微结构的影响

当雄蛹在其后期照射3.0万伦琴的 $^{60}\text{Co}\gamma$ —射线后,其成虫睾丸切片在光学显微镜下,结构无异常表现。

在电子显微镜下,绝大多数的精子束和精子,其超微结构正常。但偶尔观察到一些异常结构的精子。图版9所示是一个含有三根轴丝和多个线粒体衍生体,但只有一网状附器的精子的横切面。在成熟的精子束中,有个别几个精子粘结在一起的和个别精子消溶的现象。由于辐射造成的染色体畸型,分裂时,有些不彻底分开或细胞核、质均相通的现象(图版10)。

对于无核精子,主要是引起精子排列混乱,有的精子束中夹杂许多巨型高电子密度的圆形物体(图版11)。

(三) 辐射后期蛹对 F_1 代雄成虫精子超微结构的影响

亲代在雄蛹后期照射1.5万伦琴后,羽化的雄虫与正常雌虫配对所产生的 F_1 代,不论雌、雄和配对组合如何,其不育率都较亲代高,接近100%(作者未发表资料)。其雄虫睾丸的电子显微镜观察结果表明,绝大多数的精子和精子束,其超微结构正常。同亲代照射3.0万伦琴的当代雄虫一样,最常见的异常结构为一精子内含多根轴丝和多对线粒体衍生体,但只有一网状附器的现象(图版12)。另外,有少数精子束的精子排列混乱,精子与滋养细胞混杂在一起的现象(图版13)

对无核精子的影响,表现较为严重。在精子束中,有许多由于精子消溶而出现的空洞和精子消溶而剩余的残渣(图版14)

讨 论 与 结 论

正常的甘蔗黄螟同所有其它鳞翅目昆虫一样,产生二种类型的精子,即有核精子和无核精子。Ashrafi等⁸、Baccetti⁷⁾、Lai-fook⁹、Phillips¹⁰和Riemann¹²⁾等对许多鳞翅目昆虫的精子形态发生和超微结构曾进行了研究。本研究结果与前人的研究结果基本相同,所不同的是精子束的精子组成数量。他们的观察结果,有核精子束和无核精子束都是 2^8 个精子或稍少。而我们对黄螟的研究中,除了观察到这种类型的精子束外,还在无核精子束中观察到另外一种类型,即由 2^9 个精子或稍少几个组成的精子束,至于有核精子束是否具有这类型尚不能断定,因此,可以认为,鳞翅目的精子束可

以有两种类型,即由 2^8 个精子和 2^9 个精子组成的精子束。

利用辐射不育防治鳞翅目害虫,与防治单配性的双翅目害虫不同。鳞翅目昆虫是多配性的,其染色体为散慢型着丝粒型,需较高处理剂量才能使其不育,同时,又不能影响其精子的传递和受精竞争能力。因此,不育雄虫必须有大量的具有竞争能力的结构正常的雄虫精子竞争受精而产不育卵。辐射后,带有致死因子的当代雄虫及 F_1 代辐射遗传不育雄虫的精子,在结构上是否正常,就成为该虫能否利用不育措施防治的关键之一。从本研究结果看,黄螟可以满足这种要求。

在所观察到的异常结构中,以一个精子内含有多根轴丝和多对线粒体衍生体,但只有一网状附器的精子最为常见。Ashrafi *et al.*^[8]研究印度谷螟*Plodia interpunctella*时,以 γ —射线照射其幼虫,在当代雄成虫及 F_1 代雄成虫的睾丸中,以及Riemann^[11]对地中海粉螟*Anagasta kuehniella*的研究,都观察到此种异常结构,且数量最多。看来, γ —射线辐射对昆虫精细胞的超微结构的影响,最普遍的是一精子内含多根轴丝和多对线粒体衍生体,但只有一网状附器的现象,其出现频率则与照射虫期有关。这在选择照射虫期和剂量时,有重要意义。宜选择对精子结构影响最小而又能达到较理想的不育效果,具有与正常雄虫精子同等竞争能力的照射虫期和处理剂量,减少异常结构精子出现的频率,提高其受精竞争能力。

精子从睾丸中释放后,经生殖道,经交尾后,达受精囊的过程中,精子仍在成熟。在结构上,特别是膜套,要发生很大的变化^[12]。因此,辐射引起的精子结构异常是否会表现在授精后,仍有待研究。

引用文献

- [1] 广东农林学院植保系植物化学保护教研组,广东省甘蔗糖业食品研究所蔗螟组、昆虫学报, 1977; 20(4): 476—478
- [2] 刘秀琼,陈观炳.华南农学院学报,1983; 4(1): 77—87
- [3] 赵善欢.核技术,1979; (1): 1—14
- [4] 赵善欢.广东农业科学,1981; (3): 4—6
- [5] 黄端平,刘秀琼.华南农学院学报,1981; 2(4): 63—70
- [6] 张和琴.原子能农业应用,1982; (2): 1—7
- [7] Baccetti, B. (钟香巨译).昆虫生理学研究进展.1979; 第二集(钦俊德主编),北京: 科学出版社,1981; 169—217
- [8] Ashrafi, S. H. and R. M. Roppel, Ann. Entomol. Soc. Am. 66(6): 1309—1314
- [9] Lai-fook, J., 1983, Can. J. Zool. 60: 1216—1230
- [10] Phillips, D. M., 1970, J. Cell Biology, 44: 243—277
- [11] Riemann, J. G., Ann. Entomol. Soc. Am. 66(1): 147—153
- [12] Riemann, J. G. and B. J. Thorson, Int. 1971, J. Insect Morphol. and Embryol. 1(1): 11—19

AN ULTRASTRUCTURAL STUDY OF THE SPERM
AND THE EFFECTS OF IRRADIATION ON THE P
AND F₁ PROGENY OF THE SUGARCANE YELLOW STEM BORER
(Lepidoptera, Olethreutidae)

Fan Yuqing Liu Siu-King

(Department of Plant Protection, South China Agricultural University)

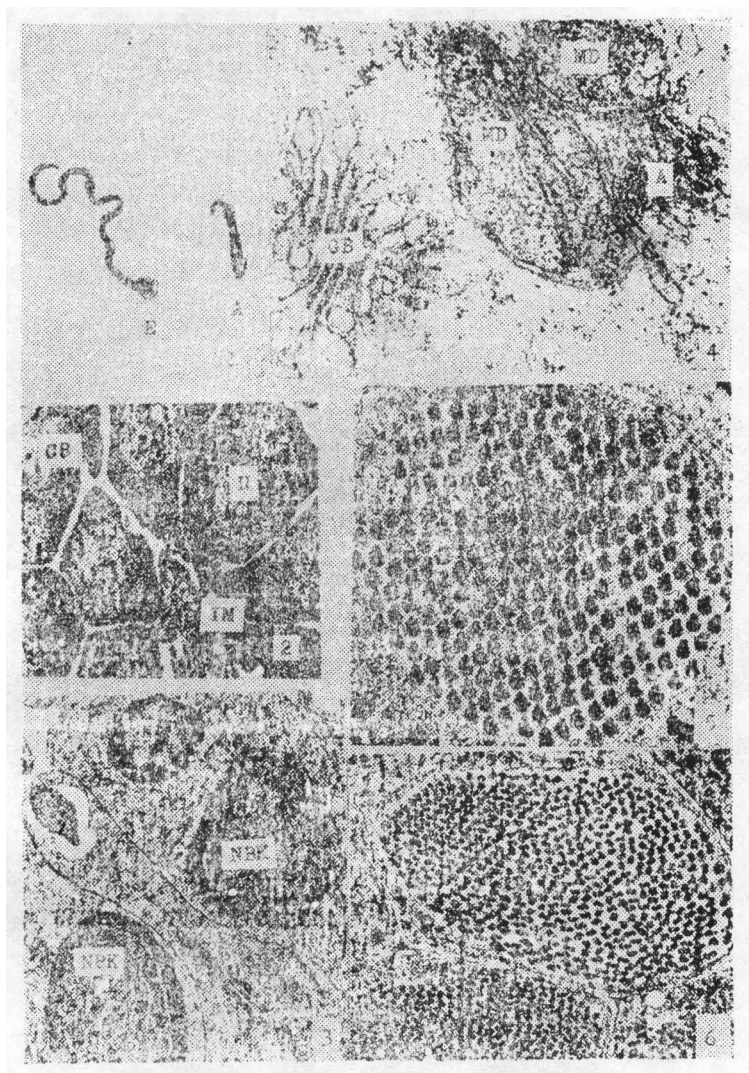
ABSTRACT

Observation was done on the sperm from the testis of the Sugarcane Yellow Stem Borer, *Tetramoreia schistaceana* (Lepidoptera, Olethreutidae). Emphasis was given to the comparison of the ultrastructure of the eupyrene and apyrene, and the effects of γ -radiation on the ultrastructure of the sperm in P and F₁ progeny of irradiated males.

The results showed the number of sperms in most of the sperm bundles was 2⁸, while in some of the apyrene bundles the number was 2⁹. Both the eupyrene and apyrene had an axoneme with a configuration of 9 + 9 + 2 and a couple of mitochondria derivatives, which were more closely associated and uneven in size in the eupyrene while in the apyrene they were separated and similar in size. However, the most obvious difference was that the apyrene lacked elaborate laciniate appendages and reticular appendages, which extended from the plasma membrane of the eupyrene testicular spermatozoa.

Irradiation of late pupae at a dosage of 30 KRad resulted in a few flagellar abnormalities in eupyrene sperms and several large bodies with high electron density mixed with the apyrenes in the sperm bundles. Irradiation of P late pupae at a dosage of 15 KRad resulted in a higher frequency of flagellar abnormalities in eupyrene sperms and irregular arrangement and degeneration of sperms in apyrene bundles of testis of F₁ males produced from crossing irradiated P males with the untreated females. However, most of the sperms and sperm bundles found in either the treated P males or F₁ males were normal.

Key words: *Tetramoreia schistaceana*, Sperm, Irradiation Sterilization, Ultrastructure.



图版 1. 有核精子束 (E) 和无核精子束 (A) 的外部形态, 100 $\times$ 。

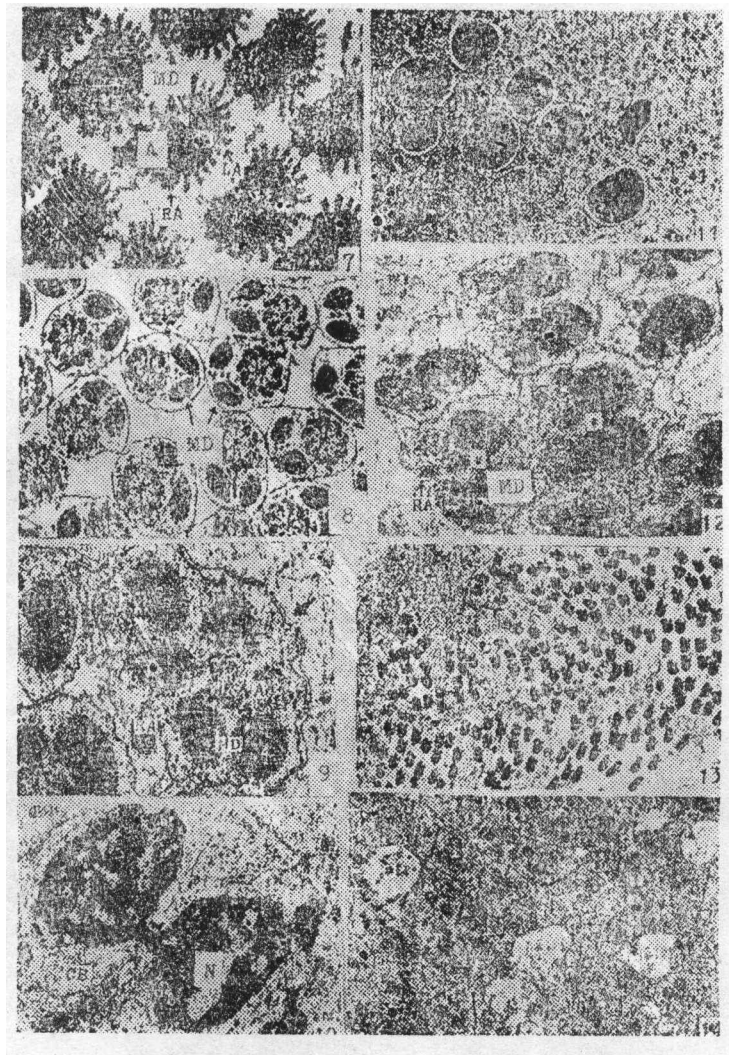
2. 精原细胞 示间撑状膜 (IM)、细胞桥 (CB) 和细胞核 (N), 5 850 $\times$ 。

3. 付核 (NBK)、细胞核 (N) 和轴丝 (A) 12 150 $\times$ 。

4. 示线粒体衍生体 (MD)、高尔基体 (GB) 和轴丝 (A), 75 330 $\times$ 。

5. 有核精子束横切面, 由 2^8 个精子组成, 7 043 $\times$ 。

6. 无核精子束横切面, 由 2^9 个精子组成, 4 242 $\times$ 。



7. 有核精子中部横切面。线粒体衍生体 (MD)、轴丝 (A)、叶状附器 (LA) 和网状附器 (RA), 32 715 $\times$ 。

8. 无核精子中部横切面。线粒体衍生体和轴丝。轴丝中, 外层 9 条微管称付微管, 次外层 9 条为双微管, 中心一对为中心微管, 32 715 $\times$ 。

9~11. 后期蛹照射 3.0 万伦琴后, 成虫精子的异常结构表现。9 示一鞭毛内含 3 根轴丝、5 个线粒体衍生体和一网状附器, 32 715。10 示精原细胞分裂不正常, 12 150。11 示含有巨型高密度物体的无核精子束, 7 043 $\times$ 。

12~14. 为亲代照射 1.5 万伦琴后, 配于正常雌虫所产生的 F1 代雄成虫精子的异常结构。12 示一精子鞭毛内含 2 对线粒体衍生体、2 根轴丝和一网状附器 (星号), 16 200 $\times$ 。13 示精子与滋养细胞合为一体的有核精子束, 4 242 $\times$ 。14 示无核精子中的精子消溶后剩下的空洞 (星号), 12 150 $\times$ 。