

鳞翅目昆虫精子的发生和形成

陈文武, 宋 凯, 张 明

(徐州生物工程高等职业学校生物工程系, 徐州 221006)

摘要: 长期以来对于昆虫精子的研究远落后于对卵子的研究, 这主要是由于研究者将注意力集中在能够直接产生后代的雌虫上, 而对精子的作用认识不足, 从而未能引起应有的重视。而实际上在昆虫种群的繁衍过程中精子与卵子有着相同的重要性, 为此想全面了解昆虫的生殖生理还必须加强对精子的研究。

关键词: 鳞翅目; 真核精子; 无核精子; 发生; 形成

中图分类号: Q 962 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 2767(2007) 02 - 0052 - 03

Occurrence and Formation of the Lepidoptera Insect Spermatozoa

CHEN Wen wu, SONG Kai, ZHANG Ming

(Bio - engineering Department, Xuzhou Bio - engineering Higher Vocational School, Xuzhou 221006)

Abstract: The study of insect spermatozoa is far behind the ova for long time. It is mainly because the researchers concentrate more attention on the female insect that can product the posterity directly, but little on the function of the spermatozoa. Actually the spermatozoa and the ova have the same importance in the process of the insect population multiply, so the studies on the spermatozoa should be strengthened in order to understand the detail of the insect generative physiology.

Key words: Lepidoptera; eupyrene spermatozoa; apyrene spermatozoa; occurrence; formation

0 前言

鳞翅目昆虫产生两类精子: 真核精子和无核精子, 同时鳞翅目成虫生殖系统的构造也有着特异性, 因而鳞翅目昆虫精子的发生和形成与其它种类昆虫相比既有相同之处又有不同之处^[1, 2]。近 50 年来, 很多研究者对于昆虫的精子发生、形成以及后期变化进行了大量研究, 并有系统的论述。如 Hannah-Alava(1962) 曾经论述过干母细胞的机制, Nath(1956) 综述了精子发生的细胞学, Phillips(1970, 1971) 和 Baccetti(1972) 等人详细讨论了昆虫精子的超微结构, Friedlander(1979, 1981, 1982) 对角豆天蛾、抑天蚕蛾和苹果蠹蛾的精子发生与形成进行初步的定性与定量研究, 并绘出二叉精子发生的时间表^[3], 卢中建(1989, 1993) 对小地老虎和粘虫的精子发生和形成进行了研究, 郭慧芳(1998, 2002) 研究了棉铃虫精子的发生与形成及高温对精

子的影响。本文对棉铃虫、小地老虎、粘虫等鳞翅目昆虫精子的发生与形成进行综述^[4, 5]。

1 真核精子的发生与形成

1.1 真核精子的发生过程

据卢中建(1993) 的观察结果, 鳞翅目昆虫的精子发生过程可划分为: 精原细胞囊期、初级精母细胞囊期、次级精母细胞囊期和精母细胞囊期^[4, 6]。

1.1.1 精原细胞囊期(E1a) 鳞翅目昆虫精巢内的精原细胞通过有丝分裂进行增殖, 同时从端细胞放出细胞质突起, 将一个的个的精原细胞包围起来。这些精原细胞在里面继续增殖, 并逐渐离开端细胞而形成许多精囊。精原细胞囊中的精细胞核十分发达, 染色质颗粒状, 细胞质很少, 此时囊细胞亦很发达, 具有较大的核。精原细胞囊期出现于早龄幼虫的精巢中是精子发生的原料库。

1.1.2 初级精母细胞囊期(E1b) 在生精囊内一

收稿日期: 2006 - 11 - 02

第一作者简介: 陈文武(1975 -), 男, 山东陵县人, 学士, 讲师, 主要从事植物保护与生物技术研究。E - mail: 75413976@sina.com。

个精原细胞经过 6 次有丝分裂停止继续增殖, 形成具有 64 个初级精母细胞的生精囊, 囊的周缘有明显的囊细胞。初级精母细胞经过一个很短的生长期后, 细胞体积稍微增大一些, 生精囊也跟着增大而进入成熟期。初级精母细胞囊期一般出现在幼虫 3 ~ 5 龄期。

1.1.3 次级精母细胞囊期(E1c) 初级精母细胞经进一步增大, 此时囊中出现一个膨大的空腔, 便达到次级精母细胞囊期。此时精母细胞已完全成熟达 128 个, 并开始进行第一次成熟分裂亦即减数分裂。第一次成熟分裂的历期很长。分裂完成后, 1 个初级精母细胞生成 2 个次级精母细胞, 染色体数目减半。有的鳞翅目昆虫持续到精细胞囊期。次级精母细胞囊期一般出现在幼虫 4 ~ 6 龄期。

1.1.4 精细胞囊期(E2) 第一次成熟分裂完成后紧接着这两个精母细胞又开始第二次成熟分裂, 形成 4 个精细胞, 这时每个生精囊内有 256 个精细胞。第二次成熟分裂不是减数分裂, 而是和普通有丝分裂一样, 所得到的是和次级精母细胞相同的半数染色体的精细胞。这一时期精细胞发生了重组排列的全过程, 精细胞核呈圆形, DNA 主要分布在周缘, 从而形成一个中空的结构。精细胞囊期一般出现在幼虫 5 龄末 ~ 6 龄初。

1.2 真核精子的形成过程

据卢中建(1993)和 Friedlander(1982)等人的划分标准, 将该过程分为: 伸长的精母细胞囊期、发育中的精子束期和成熟的精子束期^[4, 6~8]。

1.2.1 伸长的精母细胞囊期(E3) 完成了成熟分裂后, 生精囊内的精母细胞进入变形期。这一时期精母细胞核仍呈中空的圆状, 随着细胞核向生精囊顶端不断迁移更加密集地排列于生精囊的顶端。此期最明显的变化就是鞭毛的充分伸长。伸长的精母细胞囊期一般出现在幼虫 5 ~ 6 龄初。

1.2.2 发育中的精子束期(E4) 此时期开始的标志是核开始伸长。精母细胞核内的染色质逐渐浓缩, 细胞核跟着变长而形成针状、梭形, 进而发育为细长的纤维状, 同时, 在核的前端出现顶体区域, 并且还能观察到生精囊细胞。在顶体最前端有一顶细胞, 沿着鞭毛的轴向, 每隔一定距离排列 7 个囊细胞, 且每个生精囊具有 8 个囊细胞。发育中的精子束期一般出现在幼虫 5 ~ 6 龄期。

1.2.3 成熟的精子束期(E5) 成熟的精子束顶体与核有一定的膨大, 鞭毛部分由于脱去了多余的细胞质组分相对于较细, 纤维的核区被碱性品红染成

红色, 但并不均一。经过变形而形成束状, 每束精子理论上 有 256 条。成熟的精子束期一般出现于蛹的前中期。

2 无核精子的发生与形成

在幼虫期完成成熟分裂而形成的精母细胞全部转化为有核精子, 到达预蛹期后, 形成的精母细胞混有两种精子, 特别在蛹后期才完成成熟分裂的都生成无核精子。

2.1 无核精子的发生过程

据卢中建(1993)的观察结果, 无核精子的发生过程分为: 精原细胞囊期、精母细胞囊期和精细胞囊期^[4, 6]。

2.1.1 精原细胞囊期(A1a) 鳞翅目幼虫发育至后期, 真核精子开始向无核精子的发育转换, 精巢中出现了大量的精原细胞囊, 精原细胞的细胞核比较模糊。

2.1.2 精母细胞囊期(A1b) 精原细胞经过 6 次有丝分裂, 形成精母细胞囊, 同时细胞的体积比前期有所增大, 囊中出现一个较大的空腔, 精母细胞排列于囊的周缘, 精母细胞囊比真核初级和次级精母细胞囊要小的多, 因此发生形成的无核精子束远小于真核精子束。

2.1.3 精细胞囊期(A2) 精母细胞完成异常减数分裂之后, 便成为精细胞囊, 在无核精子减数分裂的中期, 染色体不形成赤道板, 仍保持未配对状态, 后期和末期的一系列变化, 导致每一个精细胞中, 具有多个微核。这种精细胞均匀地分布在囊内, 减数分裂完成后, 所有微核向囊的一端移动, 同时另一端逐渐伸长, 当精细胞囊期的长度大于 2 倍宽度时, 就进入精子形成阶段, 精细胞囊期的出现标志着无核精子发生已真正开始。

2.2 无核精子的形成过程

据卢中建(1993)和 Friedlander(1982)的报道, 无核精子的形成过程可划分为: 发育中的精子束期和成熟的精子束期^[4, 8~10]。

2.2.1 发育中的精子束期(A3) 随着精细胞囊的进一步伸长, 生精囊也随着伸长, 一端变得细长, 另一端也进行整体的伸长, 伸长到一定程度时, 两端同时进行伸长, 微管滞留在中间膨大的部分, 随着两端进一步的伸长, 中间膨大部分变小, 这样精子束就由不规则交叉形伸展成为细长的精子束。

2.2.2 成熟的精子束期(A4) 无核精子束的形成达到成熟阶段, 无核精子束的体形十分细长, 而且伸直从前端到后端, 宽度基本相同, 沿着精子束的轴

向,每隔一定的间隔分布着 8 个囊细胞,和真核精子束的囊细胞的数量相同,但是没有顶细胞,无核精子束或精子比真核精子束或精子短。

2.3 关于无核精子作用的假说

与其它的昆虫不同,鳞翅目昆虫除产生真核精子外,还产生无核精子,并且无核精子的数量远多于真核精子,如小地老虎产生的精子中 23.8% 为无核精子,粘虫的受精囊中 92.5% 的精子为无核精子,交配后真核精子与无核精子一起转移到受精囊中,但只有真核精子能与卵受精,无核精子通过自溶而逐渐消失。雄虫为什么要耗费大量的物质和能量来产生这种无效配子?无核精子到底有什么作用?很多研究者都对此进行了研究。Iriki, Katsuno 等^[11~13] 提出如下 7 种关于无核精子作用的假说:

无核精子在雌虫生殖道内为真核精子提供营养;无核精子的核中丢失的 DNA 被代谢并作为糖原生物合成的原料;无核精子帮助真核精子在雌虫生殖道内获得游动性;对于多次交配的昆虫,无核精子帮助不同雄虫的精子在雌虫生殖道内的竞争起着作用;无核精子帮助真核精子在雌虫生殖道内转移;无核精子为真核精子通过精巢的基膜打通道路;无核精子推迟雌虫的再交配,减小了精子竞争的可能性,从而有利于本次交配的真核精子给卵授精。

虽然上述的假说都有各自的道理,但用来解释无核精子的作用似乎还嫌不足。因此关于无核精子的作用,还需要更进一步的研究,以提出一个完善的解释,但可以推论:鳞翅目昆虫产生无核精子是一种十分经济、节约能量和物质的进化结果,大量的无核精子对于真核精子的移动、营养、存活及最终的受精

过程都起着至关重要的作用。

参考文献:

[1] 王荫长.昆虫生理生化学[M].北京:中国农业出版社,1994.

[2] 郭郭.昆虫生殖的一些基本知识[J].昆虫知识,1979,16(3):166 171.

[3] Friedlander M, S Miesel. Spermatid ancleation during the normal typical spermatogenesis of the warehouse moth coesthia cautella[J]. Submicr Cytol, 1977, 9(2-3): 173 185.

[4] 卢中建, 王荫长, 尤子平. 小地老虎真核与无核精子的超微结构[J]. 南京农业大学学报, 1993, 17(3): 38 43.

[5] 郭慧芳, 陈长琨, 李国清 等. 高温胁迫影响雄性棉铃虫生殖力的生理机制[J]. 棉花学报, 2002, 14(2): 85 90.

[6] 卢箐. 小地老虎生殖系统的研究[J]. 昆虫学报, 1982, 25(3): 268 274.

[7] 卢中建, 王荫长, 尤子平. 小地老虎精子发生和形成的定量分析[J]. 南京农业大学学报, 1992, 16(3): 38 43.

[8] Friedlander M, Benz G. The eupyrene - apyrene dichotomous spermatogenesis of lepidopera. Organ culture study on the timing of apyrene commitment in the codling moth[J]. Int J Invertebr Reprod, 1981, (3): 113 120.

[9] 王荫长, 李国清, 陈长琨 等. 高温对小地老虎和粘虫精子发生和形成的影响[J]. 昆虫学报, 1996, 39(3): 253 259.

[10] Friedlander M, Benz G. Control of spermatogenesis resumption in postdiapausing larvae of the codling moth[J]. J Insect Physiol, 1982, 28(4): 349 355.

[11] Iriki S. On the function of apyrene spermatozoa in the silk worm[J]. Zoological magazine, 1941, 53: 123 124.

[12] Katsuno S. Studies on eupyrene and apyrene spermatozoa in the silkworm, Bombyx mori (Lepidoptera: Bombycidae). II. The intratesticular behaviour of the spermatozoa after emergence[J]. Appl. Entomol. Zool, 1977, 12: 236 240.

[13] Penny A C, Nina W. Non - fertile sperm delay female remating[J]. Nature, 1999, 397: 486.

欢迎订阅 2007 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农科院主办的学术性期刊。国内外公开发行,双月刊,16 开本,每期 96 页。国内每期订价:10.00 元,全年 60.00 元,邮发代号:14-95。国外每期订价:10.00 美元(包括邮资),全年 60 美元。国外总发行为中国国际图书贸易总公司,北京 399 信箱。国外代号:Q5587。

《大豆科学》是中国自然科学核心期刊,中国科学引文数据库来源期刊及国内外多家权威数据库收入期刊源。主要刊登有关大豆的遗传育种,品种资源,生理生态,耕作栽培,病、虫、杂草防治,营养施肥,生物技术,食品加工,药理研究和工业用途等方面的科研报告,学术论文,国内、外研究进展评述,研究简报,学术活动简讯、新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者,大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

本刊热忱欢迎广大科研单位及有关企业刊登广告,广告经营许可证号:2301004010071。
订阅办法:全国各地邮局,如在邮局漏订,可到编辑部补订。通过邮局汇款至哈尔滨市学府路 368 号《大豆科学》编辑部。
邮政编码:150086 联系电话:0451-86668735 E-mail:dadoukx@sina.com