

高温对桑蚕雄性不育的影响研究评述

张彦广

(华南农业大学蚕桑系, 510642, 广州)

摘要 本文介绍了高温导致桑蚕雄性不育的发现及其品种间差异, 高温敏感期和发生原因等研究进展, 并就高温对雄性生殖系统的影响进行了讨论。作者认为对高温雄性不育的深入研究, 在蚕业生产乃至农林业害虫防治上具有重要意义。

关键词 高温; 桑蚕; 雄性不育

中图分类号 S881.21

桑蚕 (*Bombyx mori* L.) 雄性不育可分为两种情况。一种是遗传性雄性不育, 包括精英异常 (梅谷, 1950)、精子缺乏 (铃木, 1951)、阳茎肌退化 (梅谷, 1953) 等类型。遗传性雄性不育在遗传学研究方面有一定的价值, 但是与生产的关系不大, 因为在培育实用性蚕品种时, 不会选择它们作为育种的材料。另一种是非遗传性雄不育, 即受环境条件的影响而导致的雄性不育。迄今只发现高温可导致桑蚕发生雄性不育 (三谷, 1948), 称高温雄性不育。这种情况与生产密切相关, 颇受关注, 有较多研究报道。目前未见有关此类内容的综述文章发表, 本文将做一综合性评述, 供参考。

1 高温雄性不育的发现

高温雄性不育是三谷 (1948) 首先发现的。他以日 114 号为材料, 在蛹期用 32℃ 保护, 发现雌雄成虫的生殖能力都衰退, 特别是雄性成虫达到了极度衰退的程度。经解剖观察, 在雌性成虫交配囊内精子数量很少, 受精囊内几乎完全没有精子。因此判断雌性成虫产不受精卵的原因在雄性方面, 即雄性成虫不能将足够数量的精子射入雌性成虫的交配囊内, 尽管有少量精子射入了交配囊, 但缺乏向受精囊转移的能力。

可能是考虑到没有对雄性生殖系统, 特别是对精子的情况进行深入研究, 所以三谷没有使用“雄性不育”的提法。但是他所证实的不育原因在于雄性方面, 是一个重要发现。由此而引发了后来对雄性方面的一系列研究, 并且确定了“雄性不育”的提法。

2 高温雄性不育的品种间差异

须贝等 (1967, 1972) 先后 2 次调查了高温雄性不育的品种间差异。第 1 次使用了 11 个品种, 在蛹期以 33℃ 处理; 第 2 次使用了 12 个品种, 从吐丝结茧开始以 32℃ 处理 96 h。从处理结果看, 大致分 3 种情况。一种是不发生高温雄性不育, 它们大都是强健性品种; 一种是高温导致雄性成虫基本丧失交配能力; 一种是发生显著的高温雄性不育, 多数品种属于这种情况, 即虽有少数雄性成虫因高温而丧失交配能力, 但多数仍可以与雌性成虫交配, 而雌性成虫却产下较多的不受精卵, 甚至达到 100% 不受精卵率。

须贝的 2 次研究在高温处理的时期上不相同, 所得结果也不尽相同。总之 高温雄性不

1993-06-16 收稿

育的发生,存在着品种间的差异;高温处理的时期不同,雄性不育的发生率也不同。对高温雄性不育的品种间差异进行系统研究,是抗高温选育种的一项基础性工作,但目前这方面的系统研究尚属空白。

3 高温雄性不育的高温敏感期

为确定高温影响的时期,须贝等(1967)以金色品种为材料进行了研究。化蛹后以33℃处理48h,不受精卵率即超过60%,处理72h则达到100%。若从羽化当日逆推,顺次增加33℃处理的时间,结果是蛹期的后48h处理者,不受精卵率仅为16%,蛹期的后144h处理者,不受精卵率才可达到100%。可见化蛹初期为其雄性不育的高温敏感期,随蛹龄的增加,对高温的敏感性降低。以后,须贝等(1972)又以金色、大造2个品种为材料,从孵化到羽化,逐日推移以32℃,连续处理96h,所得结论是在整个发育过程中,从吐丝结茧到化蛹初期是高温雄性不育的最敏感时期。

须贝等(1981)还研究了接触高温的时限与雄性不育的关系。大造品种在吐丝结茧后的96h之内,如果每日连续接触12~18h的高温(32~33℃),不致发生雄性不育,超过18h则雄性不育发生率明显增加,达到20h就会导致完全的雄性不育。

胜野(1977a)以中131号×日131号杂交种为材料,在探索雄性不育的高温敏感期方面,做了较为周密的试验设计,研究结果表明,化蛹后第48~96h和第144~192h为雄性不育的高温敏感期,且后者的敏感性高于前者。

探索雄性不育的高温敏感期,对蚕种生产中的种茧保护具有指导意义。严格控制高温敏感期的保护温度,就能够有效地降低不受精卵的发生率。

4 高温雄性不育的发生原因

4.1 睾丸内的精子

须贝等(1967)对高温处理的蛹末期的睾丸,进行了石蜡切片观察,发现睾丸内的有核精子与正常情况一样,已经大量形成,而无核精子大部分在成熟分裂至精子变形期发生细胞退化,不能形成完好的无核精子。另外,有核精子的形成尽管是正常的,但多数缺乏从睾丸基室脱出到达输精管的能力,即使少数可以脱出,也不是象正常情况那样保持束状,而是发生有核精子束的解离,并且观察到一些缩小的异常形态。须贝的另一研究(1981)也证实了高温显著地阻碍了睾丸内无核精子的形成,并观察到大量异常形态的无核精子堆积在睾丸胞基底膜内侧,即使到羽化之后仍有许多依然残留在睾丸胞内,而有核精子则可以穿过睾丸胞基底膜到达输精管,这与前述报道不同。

另据陈革等(1986)的观察,在幼虫期完成成熟分裂的精细胞,到化蛹初期进入变形期。化蛹后1~2日,精子束尾部伸展慢,接近完成,精子束头部伸展快,变化大。此时对高温反应敏感,如接触35℃高温经36h以上,精子束头部明显缩短,精子束尾部膨大;接触35℃高温经48h,有核精子束大部分膨大畸形,无核精子束也呈现各种异常形态,生精囊开始崩坏。

正常温度(25℃)保护下,睾丸内无核精子的形成比有核精子迟,但是却先于有核精子穿过睾丸胞基底膜,先行到达输精管。化蛹第4日前后,无核精子沿睾丸周边下降,在睾丸胞基部稍上方的位置,将核释放到睾丸胞内,便逐渐积聚在睾丸胞基底膜上方。化蛹第6日前后,一部分无核精子束开始穿过睾丸胞基底膜向输精管转移,与此同时发生无核精子束的解离。化蛹第8日前后,无核精子束大部分均已完成转移,此时有核精一束开始向输精管转移,并保持束状形态。到羽化前,大部分有核精子束也完成转移(胜野 1977b)。

根据以上报道分析,无核精子首先穿过睾丸胞基底膜,并发生精子束解离,似乎是为有核精子保持束状向输精管转移做了先期准备。当高温阻碍了无核精子的正常发育之后,无核精子可能失去了穿过睾丸胞基底膜的能力,最终导致大量有核和无核精子堆积在睾丸内,不能经输精管转移到贮精囊,所以,与雌性成虫交配时,就没有足够数量的精子射入雌性成虫的交配囊内,造成雄性不育。

4.2 雌性成虫交配囊和受精囊内的精子

几乎所有有关研究(三谷,1948;须贝,1967,1972,1981;胜野,1977b)都一致表明,高温雄性不育成虫与正常雌性成虫交配后,交配囊内不仅精子数量少,而且运动能力弱,受精囊内基本上看不到有精子存在。

如果羽化后的睾丸胞基底膜仍保持封闭状态,则认为精子已完全丧失了穿过的能力。可是实际上在交配囊内并非没有精子,只是数量少而已。对此还没有研究报道予以解释。

受精囊内完全缺乏精子的原因,可能在于高温造成精子本体损伤,丧失运动能力,故而无法由交配囊向受精囊转移。然而这只是问题的一个方面。根据入来(1941)的研究,认为交配囊内的有核精子欲转移到达受精囊,必须有具备活泼运动能力的无核精子存在才能实现。所以,受精囊内缺乏精子的一个重要原因,就在于高温对无核精子的损害,致使交配囊内的有核精子运动能力减弱。

4.3 高温雄性不育成虫的附腺和射精管

欧阳等(1993)研究了高温对附腺发育及不育性的影响。通过电镜观察,发现高温使附腺细胞质中的粗面内质网、线粒体等受到破坏。由于粗面内质网是蛋白质合成的场所,线粒体是提供能量的细胞器,所以,它们的被破坏,造成附腺细胞代谢功能降低,蛋白质合成机能下降,附腺分泌物中的蛋白质含量减少。另外,附腺细胞中 DNA 和 RNA 的含量也相应地减少。这些都造成了精子赖以成熟的营养缺乏,精子活力受到影响,从而间接引起雄性不育。

Ômura (1938)早在 1938 年就证明了射精管下段(又称前列腺)的分泌物可以激活贮精囊内处于静止状态的精子。可是究竟前列腺分泌的何类物质起着如此重要的作用?长期以来都没有进一步的解释。到 1987 年 Osanai 等(1987)对此做出了研究报道,发现前列腺能够合成分泌一种肽链内切酶,该酶能够特异地从多肽链精氨酸残基的 C-端切断多肽链,并具有诱发无核精子活动和启动精子活动的能量供给系统工作的作用。由此可见,射精管的分泌物对精子的活动是至关重要的。

须贝等(1972)从正常雄性成虫的贮精囊中取出尚无活动能力的精子,分别与正常雄性成虫及高温雄性不育成虫的前列腺混合,结果都可以激活精子,并使精子保持 2h 以上的运动能力。同时,再从高温雄性不育成虫的贮精囊中取出精子,也分别与正常雄性成虫及高温雄性不育成虫的前列腺混合,结果同样可以使精子显活动能力,2h 后其活动能力丧失。据此,须贝认为高温雄性不育成虫的精子运动能力衰退的原因,并不在于射精管方面。

对须贝的这项研究及其结论,作者持有疑问。既然高温已经造成了无核精子的异常,而且在观察高温雄性不育成虫射入雌性成虫交配囊内的精子时,已见其活动能力微弱,为什么将高温雄性不育成虫贮精囊内的精子与高温雄性不育成虫的前列腺混合时,可以促使精子活动长达 2 h 呢?即是这样,为什么精子不能转移到受精囊呢?况且,蛹期乃是射精管发育形成的时期,高温对射精管的正常发育不会产生不利影响吗?

5 结束语

高温对桑蚕雄性不育的影响研究,大都集中于睾丸的组织学方面,尚缺乏超微结构变化的研究,精子的超微结构在高温条件下有哪些变化,有必要搞清楚,这对了解高温雄性不育的原因是至关重要的。附腺和射精管在高温条件下所受的影响,应予以关注,因为它们的分泌功能与精子的成熟和激活有密切关系,从这些方面深入研究,会有助于解释高温雄性不育成虫的精子运动能力减弱的原因。

研究高温对桑蚕雄性不育的影响,目的在于减少或避免高温对生殖的损害。在蚕种生产上具有重要意义,也是抗高温选育种的基础研究课题之一。这方面的研究成果,也将为农林业害虫提供一种借鉴措施,若某些害虫经人为高温处理后可以发生雄性不育,采用野外释放不育性雄虫的方法,有可能抑制害虫的繁殖。

参考文献

- 陈革,潘洁玲,甘礼珍. 1986. 高温对家蚕蛹期生殖细胞与产卵质量的影响. 蚕业科学,12(2):110~113
- 欧阳永文,吴维光. 1993. 高温对桑蚕蛾附腺发育及不育性的影响. 华南农业大学学报,14(2):1~9
- 人来重盛. 1941. 蚕の二型精子とその作用について. 日本动物学杂志. 53: 123~124
- 三谷贤三郎. 1948. 家蚕蛾生殖能力についての第1报. 蚕蛹期间の高温环境が羽化せる蚕蛾生殖能力の減衰に及ぼす影响. 日本蚕丝学杂志. 17(1): 40~44
- 迁田光雄,梅谷与七郎. 1953. 家蚕の遗传的不受精现象に関する研究IV. 雄蛾交尾器の退化筋肉の形态学的并に细胞学的研究. 蚕丝试验场报告,14:93~113
- 梅谷与七郎,大村清之助. 1950. 蚕の不受精现象に関する研究I. 异常精英について. 蚕丝试验场报告, 14:63~78
- 须贝悦治,木口宪爾. 1967. 家蚕に及ぼせる蛹期高温保护と雄性不妊の發現. 日本蚕丝学杂志. 36(6): 491~496
- 须贝悦治,花岡明. 1972. 高温环境による雄蚕不妊化. 日本蚕丝学杂志,41(1): 51~56
- 须贝悦治,高橋孝洋, 1981. 上蔭时期の高温环境与雄蚕不妊化. 日本蚕丝学杂志. 50(1): 60~69
- 铃木简一郎,大村清之助. 1951. 蚕の遗传的不受精现象に関する研究II. 精子欠乏症. 蚕丝试验场报告, 13:347~366
- 胜野贞哉. 1977a. 家蚕における蛹期の高温处理と雄性不妊化の関係I. 雄性不妊化をもたらす感温期间. 日本应用动物昆虫学会志. 21(2):85~89
- 胜野贞哉. 1977b. 家蚕における蛹期の高温处理との関係II. 雄性不妊化をもたらす因. 日本应用动物昆虫学会志, 21(3): 135~141
- Ômura S. 1938. Studies on the reproductive system of the male of *Bombyx mori* II Post-testicular organs and post-testicular behavior of the spermatozoa. J Fac Agr Hokkaido Imp. Univ, 40: 129~170
- Osanai M, Aigaki T. Kasuga H. 1987a. Energy metabolism in the spermatophore of the silkworm, *Bombyx mori*, associated with accumulation of alanine derived from arginine. Insect Biochem. 17:71~75
- Osanai M, Aigake T. Kasuga H. 1987b. Arginine degradation cascade as an energy-yielding system for sperm maturation in the spermatophore of the silkworm, *Bombyx mori*. In. H Mohri, New Horizons in Sperm Cell Research. Tokyo Japan Scientific Societies Press, 185~195

EVALUATION OF STUDIES ON THE INFLUENCE OF HIGH TEMPERATURE ON MALE STERILITY IN THE SILKWORM (*Bombyx mori* L.)

Zhang Yanguang

(Dept. of Sericulture, South China Agr. Univ., 510642, Guangzhou)

Abstract This paper reviewed developments in the study on male sterility induced by high temperature in the silkworm, its discovery strain diversity, sensitive period to high temperature and mechanism. The influence of high temperature on the male reproductive system was also discussed. The author suggested that it would be significant for sericulture production and the pest control in agriculture and forestry to study the male sterility induced by high temperature intensively.

Key words High temperature; Silkworm (*Bombyx mori* L.); Male sterility