

# 短高温对小麦花器官及旗叶的 超微结构变化的直接影响

章建新<sup>①</sup> 赵明 王美云 苏宝林  
(农学系)

**摘要** 在春小麦花粉母细胞期和单核期进行短期高温杀雄处理(培养箱中穗位气温 $(45 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 持续30 min)后,用透射电子显微镜观察小麦花器官和旗叶的超微结构。结果表明:短期高温直接使小孢子(或小孢子母细胞)和绒毡层细胞中线粒体等双层膜细胞器严重破坏,并且使绒毡层细胞膨胀与小孢子粘连。而胚囊的线粒体和旗叶叶片中的线粒体及叶绿体结构变化不明显。

**关键词** 高温; 小麦; 雄性不育; 线粒体

**中图分类号** Q248; S512.1

## A Study on the Direct Effect of Short Time High Temperature on the Change of Ultrastructure of Flower Organ and Flag Leaf in Wheat

Zhang Jianxin Zhao Ming Wang Meiyun Su Baolin  
(Dept. of Agronomy)

**Abstract** The ultrastructure of flower organ and flag leaf in spring wheat which had treated by short time high temperature ( $30 \text{ min. } (45 \pm 0.5)^\circ\text{C}$  at ear position in culture chamber) was studied by using transmission electron microscope at pollen mother cell and uninucleated pollen, respectively. The results indicated; double layer membrane organelles such as mitochondria et al in microspore (or microspore mother cell) and tapetum of male organ were destructed deeply, and tapetum cell expanded and linked with microspore. The structures of mitochondria in female organ and of chloroplast in flag leaf were not effected significantly.

**Key words** high temperature; wheat; male sterility; mitochondria

利用塑料薄膜筒棚进行小麦短期高温杀雄效果和杂交制种技术,前人已进行了系统的研究<sup>[1,2]</sup>,并且基本形成了技术体系<sup>[3]</sup>。关于高温诱导小麦雄性不育的研究,Saini(1984)认为小麦减数分裂期高温( $30^\circ\text{C}$ 一昼夜)绒毡层细胞提早解体是导致雄性不育的原因<sup>[4]</sup>。但对于

收稿日期: 1995-12-11

①章建新,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

几十分钟的短期高温处理对器官的伤害以及诱导雄性不育结构及生理变化,特别是被处理植株的主要器官花药、子房和旗叶叶片的超微结构对高温直接效应缺乏研究。这对深入认识短期高温导致小麦雄性不育的机理是十分重要的。

## 1 材料与方 法

供试春小麦品种 7605 分期播种盆栽,按常规管理。当小麦发育到雌雄蕊分化期时,连续用醋酸洋红染色镜检花药(主茎中部小穗基部小花)。分别标记发育到花粉母细胞期和单核期的麦穗后,将盆移入光照培养箱内进行处理,按平均每分钟升 2℃ 升至(45±0.5)℃(穗位气温)持续 30 min 后立即取出。开花前套袋自交 10 穗计算相对不育率,另选 10 穗授给正常花粉计算异交结实率。本处理不育率为 100%,异交结实率达 71%。

高温处理后,立即将花药、子房和旗叶叶片(中部 1 mm)分别用 4%戊二醛和 1%锇酸进行双重固定,然后用酒精逐级脱水,再转入丙酮,在环氧树脂 Epon812 混合液中渗透、包埋、聚合。先做半薄切片经染色在普通光学显微镜下确定花药发育时期,然后做超薄切片。切片经醋酸双氧铀和柠檬酸铅液双染色,日本电子 JEM-100CX I 透射电子显微镜观察,拍照。

## 2 结果与分析

### 2.1 高温处理后花药超微结构变化

**2.1.1 花粉母细胞期** 处理前花粉母细胞和绒毡层细胞(图 1-1),表现细胞质基本物质浓厚,细胞器丰富,线粒体(图 1-2)等各种细胞器结构完整,轮廓清晰。处理后花粉母细胞和绒毡层(图 1-3)均表现为细胞器减少,各种残存细胞器结构不全,轮廓模糊。尤其是处理后绒毡层和花粉母细胞的线粒体(图 1-4),多数表现外膜不均匀加厚、严重破裂,内部管脊或整个线粒体解体。

**2.1.2 单核期** 处理前绒毡层、中层(图 1-5)和小孢子(图 1-6)各细胞的细胞器丰富,且结构完整。小孢子中的细胞器丰富并靠边,中间为大液泡。小孢子与绒毡层细胞相分离。处理后绒毡层、中层(图 2-1)和小孢子(图 2-2)中的细胞器大多解体,液泡膜破裂,细胞器残体散入液泡。绒毡层细胞与小孢子壁紧粘在一起。小孢子中的线粒体(图 2-3)表现类似上述花粉母细胞的线粒体,结构严重破坏。处理前绒毡层细胞的双层核膜结构完整,染色质浓,核仁清晰,富含粗糙内质网且结构完整(图 2-4)。处理后(图 2-5)绒毡层细胞双层核膜表现不均匀加厚,部分断裂,染色质变淡,核仁模糊,粗糙内质网断裂。

### 2.2 高温处理后胚囊的线粒体变化

与处理前胚囊的线粒体(图 3-1)相比,处理后胚囊的线粒体(图 3-2)少部分外膜破裂,但内部管脊基本正常。比花药中绒毡层和小孢子(或花粉母细胞)的线粒体损伤轻的多。这可能是高温杀雄后子房仍具有较高的受精能力的一个重要原因。

### 2.3 高温处理后旗叶叶片的叶绿体和线粒体结构变化

**2.3.1 叶绿体** 与处理前叶绿体片层(图 3-3)相比,处理后叶绿体片层(图 3-4)表现脂类小滴增加,少部分基质片层断裂,结构松散,基粒片层则无明显变化。表明此种高温处理对旗

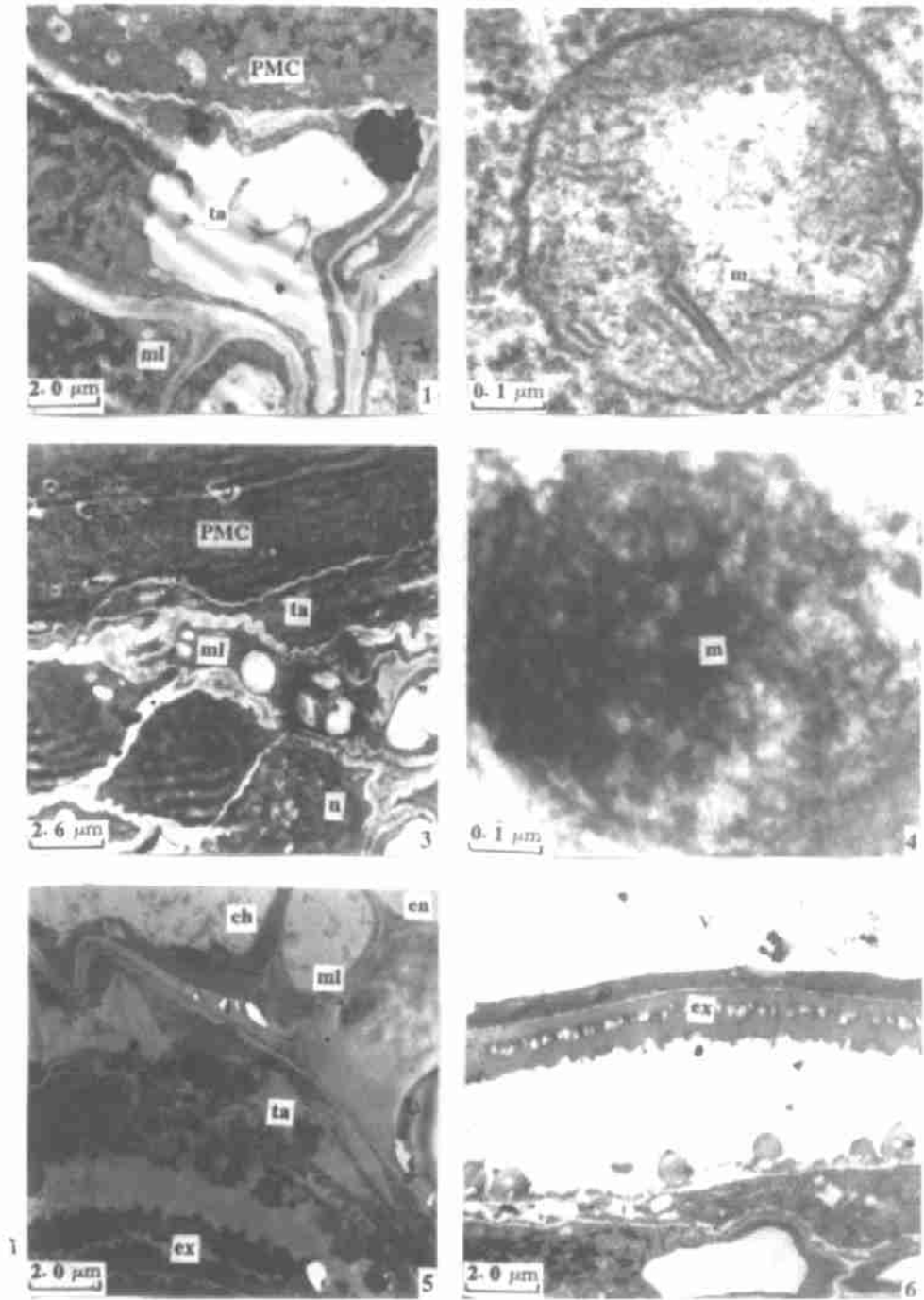


图 1 短高温对小麦花药超微结构的影响(一)

1. 处理前小孢子母细胞、绒毡层和中层细胞；2. 处理前小孢子母细胞的线粒体；3. 处理后小孢子母细胞、绒毡层和中层细胞；4. 处理后小孢子母细胞的线粒体；5. 处理前单核期绒毡层和中层；6. 处理前小孢子部分结构

图版说明 en. 药室内壁；er. 内质网；ex. 花粉外壁；m. 线粒体；ml. 中层；n. 细胞核；no. 核仁；ta. 绒毡层；U. 乌氏体；V. 液泡；ch. 叶绿体；gl. 基粒片层；sl. 基质片层；PMC. 小孢子母细胞；f. 脂类小滴。下同。

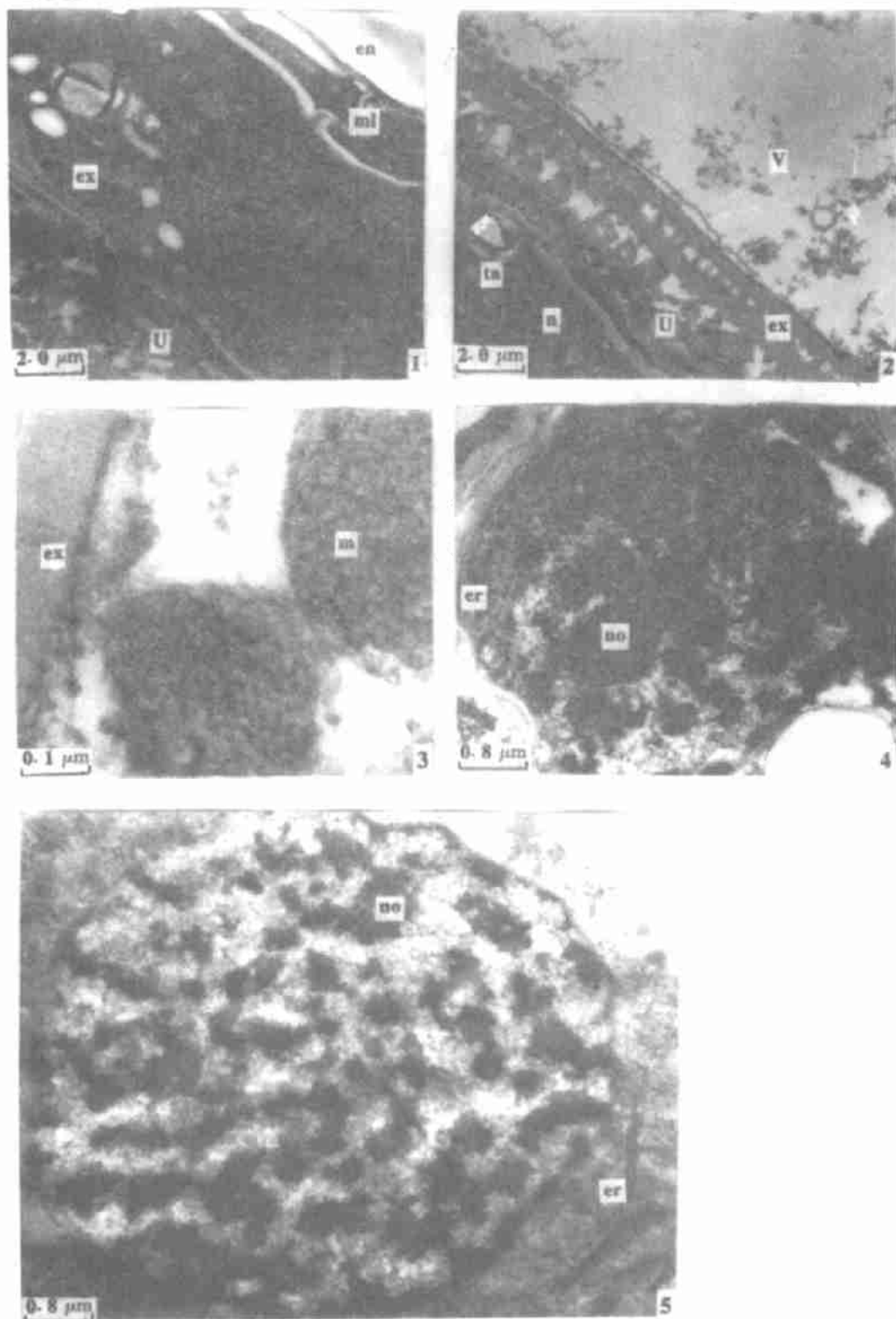


图2 短高温对小麦花药超微结构的影响(二)

1. 处理后单核期绒毡层和中层; 2. 处理后单核期小孢子; 3. 处理后单核期小孢子中的线粒体; 4. 处理前单核期绒毡层细胞核; 5. 处理后单核期绒毡层细胞核

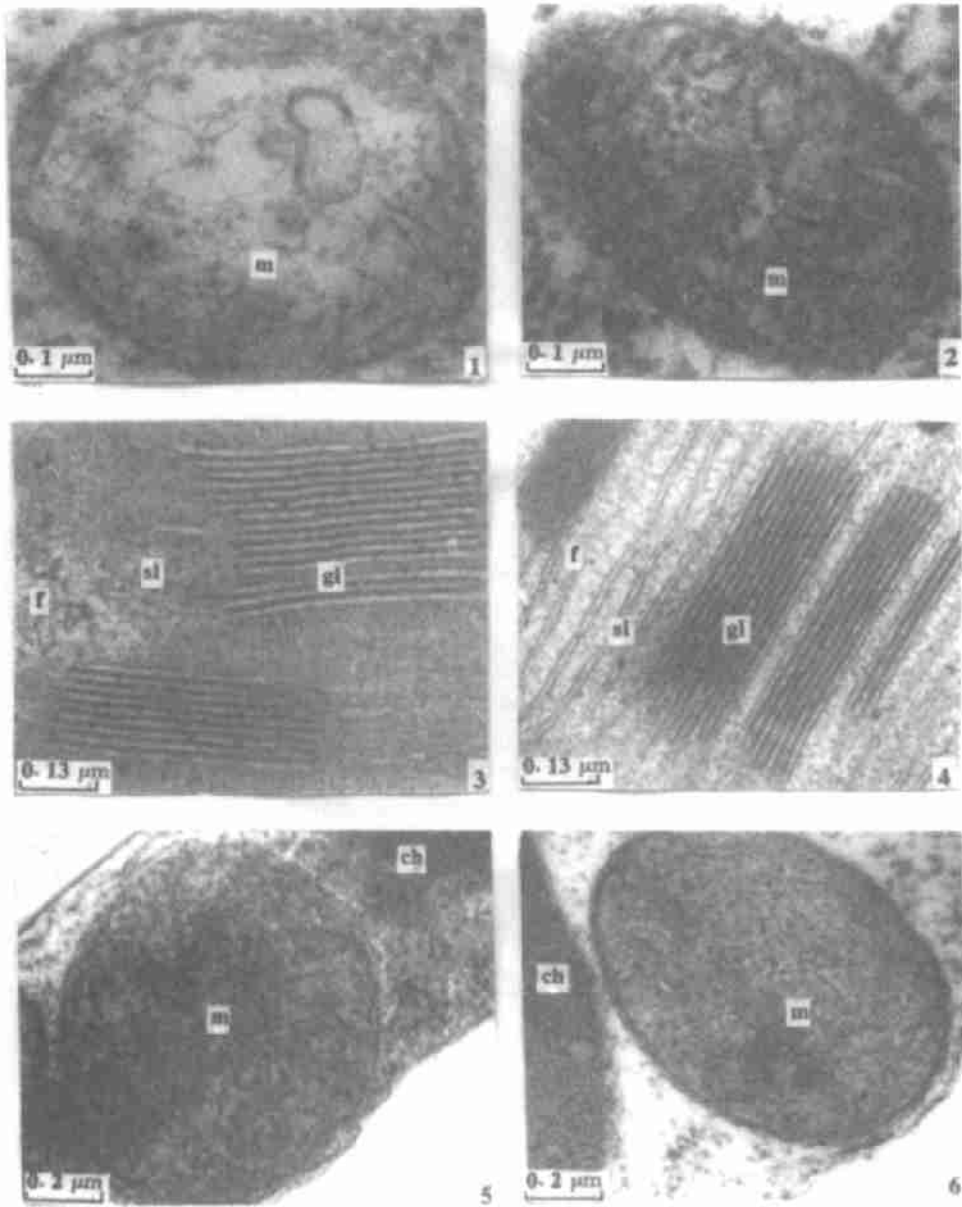


图 3 短高温对小麦胚囊和旗叶超微结构的影响

1. 处理前胚囊细胞线粒体；2. 处理后胚囊细胞线粒体；3. 处理前旗叶叶片叶绿体片层；4. 处理后旗叶叶片叶绿体片层；
5. 处理前旗叶叶片线粒体；6. 处理后旗叶叶片线粒体。

叶的叶绿体伤害轻，因而在解除胁迫后 9 天(另文报道)光合强度基本恢复。

**2.3.2 线粒体** 与处理前线粒体(图 3-5)相比,处理后线粒体(图 3-6)表现部分外膜断裂,内膜不均匀加厚,管脊基本完好。这可能是叶片呼吸强度能恢复的重要原因之一。

### 3 讨论

前人研究认为线粒体与雄性不育有关,线粒体是细胞的能量代谢中心。线粒体结构破坏,丧失功能导致能量危机,花粉发育停止,产生雄性不育<sup>[5]</sup>。本研究观察到高温处理后小孢子(或花粉母细胞)和绒毡层细胞的线粒体和内质网等细胞器结构严重破坏,特别是线粒体解体更明显。绒毡层细胞壁薄,受热膨胀,挤压小孢子也可能导致小孢子不育。由此可见,小孢子和绒毡层对高温敏感性可能是这些细胞中线粒体及其它双层膜细胞器的敏感性在细胞水平的表现。短期高温仅引起旗叶和胚囊的线粒体及旗叶的叶绿体形态结构轻微变化。综合以上结果,小麦高温杀雄器官超微结构变化概括为(图4)。虚线部分有待进一步证实。旗叶和大孢子对高温比花药钝感的原因可能是膜脂脂肪酸的饱和程度不同、细胞质内的保护能力不同或各器官所处的环境不同(胚囊深藏于子房内部,叶片蒸腾加速而降温)等,有待进一步研究。

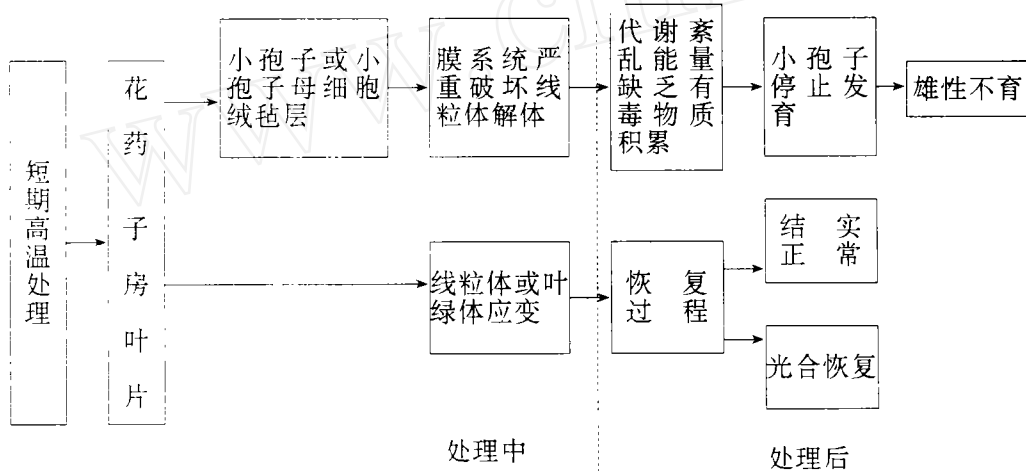


图4 小麦高温杀雄器官超微结构变化示意图

中国农业大学电镜室贾君镇、刘海虹老师协助拍片,谨致谢忱。

### 参 考 文 献

- 1 赵明,王美云等. 塑料薄膜筒棚诱导小麦雄性不育的方法及其应用效果. 北京农业大学学报,1991,17(2):5~9
- 2 王培田,姚树江等. 小麦人工气温杀雄研究. 华北农学报,1991,(1):17~21
- 3 王美云,赵明等. 小麦高温物理杀雄的温-时效应. 作物学报,1993,19(5):429~435
- 4 Saini H S, Aspinal D. Developmental anatomy in wheat of male sterility induced by heat stress, water deficit or abscisic acid. J Austr Plant Physiol, 1984,11(2):243~253
- 5 Leaver C J, Gray M W. Mitochondrial genome organization and expression in higher plants. Ann Rev Plant Physiol,1982,33:373~402