

小麦药壁表皮细胞与药室内壁细胞超微结构*

姚雅琴¹ 杨天章²

(1 西北农业大学实验中心, 2 农学系, 陕西杨陵 712100)

摘 要 电镜观察研究表明, 在大液泡小孢子时期, 小麦药壁表皮细胞含有发达的线体和高尔基体, 开始产生嗜锇颗粒。药室内壁细胞具活力旺盛的叶绿体和丰富的细胞器。在花粉粒时期, 药壁表皮细胞内充满嗜锇颗粒。药室内壁和花粉囊内也有少量与表皮细胞内相同的嗜锇颗粒。此外, 在 U 氏体、绒毡层膜、花粉粒周围有大量的与药壁表皮细胞同质的小嗜锇颗粒。花粉成熟时, 这些颗粒又减少。据此推测, 药壁表皮、药室内壁在花粉发育过程中, 尤其是发育后期有提供营养的作用。

关键词 小麦, 药壁表皮, 药室内壁, 超微结构

中图分类号 Q944.4

关于花药壁结构的电子显微镜方面的研究, 主要局限于绒毡层细胞^[1~6]。尽管对表皮、药室内壁的超微结构研究有少量报道^[7~8], 但迄今为止, 有关小麦药壁表皮、药室内壁的结构变化与小孢子发育关系的报道甚少。作者运用电子显微镜, 对小孢子发育过程中小麦药壁表皮、药室内壁细胞结构的变化, 进行了较详细的观察研究。旨在全面了解小麦药壁细胞, 尤其是药壁表皮、药室内壁细胞对小孢子发育的作用, 为细胞学提供参考依据。

1 材料与方法

材料为普通小麦 77(2), 采自于杨天章教授试验地。分 2 年(1991, 1994 年)取样。将材料用醋酸洋红涂片, 确定花药发育时期后, 固定在用磷酸缓冲液配制的 4% 的戊二醛固定液中, 真空泵抽气至样品沉于瓶底。在 0~4℃ 下固定 6 h。然后, 用 0.1 mol/L 磷酸缓冲液漂洗 3 次。再用 1% 四氧化钨在 0~4℃ 下固定 1.5 h, 用 50%, 70%, 80%, 90%, 100% 丙酮逐渐脱水。812 树脂包埋剂包埋, LKB-V 型超薄切片机切片。醋酸双氧铀、柠檬酸铅双染后, 在 100CX-I 透射电子显微镜下观察、拍照。

2 结 果

2.1 造孢细胞时期

初生壁细胞平周和垂周分裂, 形成包围造孢细胞的三层同心圆细胞。细胞核较大, 细胞质浓, 呈长方形, 细胞间没有间隙, 排列整齐, 紧密(图版 I-1)。

2.2 小孢子母细胞时期

三层同心圆细胞的第一层发育为药室内壁细胞, 细胞内含有大的细胞核, 细胞质浓,

收稿日期: 1995-06-29

* 国家自然科学基金资助项目。

具丰富的初级叶绿体,叶绿体内含有淀粉粒。第二层发育为中层,由一层窄长的细胞构成,含有少量的淀粉粒和其他贮存物质。第三层发育为绒毡层,细胞排列整齐紧密,呈方形,是药壁组织中细胞最大的一层,细胞正在分裂或已经分裂,由于核分裂而细胞没有分裂形成双核,细胞中核大,质浓,具有发育中的线粒体、小液泡和各种各样的质体。花药最外一层为药壁表皮,表皮细胞具明显的细胞核,含有丰富的细胞质和细胞器(图版 I-2)。

2.3 四分体时期

花药壁表皮细胞随液泡的增大而增大,表皮细胞的外旋壁开始角质加厚。药室内壁细胞液泡也增大,叶绿体增多,叶绿体内淀粉粒积累增多。中层细胞开始退化,细胞的绝大部分为液泡占据。绒毡层细胞质中发现原 U 氏体的存在,呈圆球形,直径约为 15 nm,着色较深,主要分布在结构模糊的质体内,同时,绒毡层膜内外也有分布(图版 I-3,6)。

2.4 自由小孢子时期

随小孢子的发育,表皮与药室内壁细胞由于液泡的增大,体积不断增大,表皮细胞具大液泡、大核、少量靠边的细胞质和活力旺盛的线粒体,外旋壁进一步角质化,呈锯齿状。药室内壁细胞中的叶绿体数增多,其基质片层与基粒片层发达,淀粉粒沉积,有活力旺盛的线粒体、内质网和高尔基体。大多数花药中层消失,少数中层细胞仅有少量的细胞质残迹。绒毡层细胞的细胞壁解体,除少数细胞的细胞质进入药室外,大部分由绒毡层膜隔着。该期的早期,绒毡层膜上沉积嗜锍颗粒,U 氏体开始以星状形式加厚,随孢粉素的积累,形成微通道;后期,U 氏体发育为中心透明、周围电子致密、有微通道的星状小体。

2.5 大液泡小孢子时期

药壁表皮细胞内出现颗粒状的嗜锍物质,该颗粒表面又附着有絮状结构物质(图版 I-1),线粒体结构发达,呈近圆形,多分布于细胞壁的周围(图版 I-4),在线粒体中发现有嗜锍颗粒(图版 I-5)。药室内壁叶绿体内,基质片层与基粒片层结构清晰,生活力旺盛,在药室内壁细胞内也发现有少量与表皮细胞内相同的嗜锍颗粒,药室内壁细胞壁开始不均匀的纤维加厚(图版 I-4)。绒毡层细胞或已完全解体或仅留少量残迹。在小孢子腔内,绒毡层膜、U 氏体、花粉外壁周围不仅有少量与表皮细胞内相同的嗜锍颗粒,而且有大量的比表皮细胞内嗜锍颗粒小的嗜锍颗粒(图版 I-6, III-3~7)。这些嗜锍颗粒出现于花粉内壁形成初期,在内壁形成过程中一直存在。颗粒的大小、多少,不仅个体之间有差异,而且在花粉发育过程中也有变化。总的规律为开始颗粒比较大,呈粒状,后来减小呈絮状,嗜锍颗粒既有成串分布,也有单个分布(图版 III-5)。

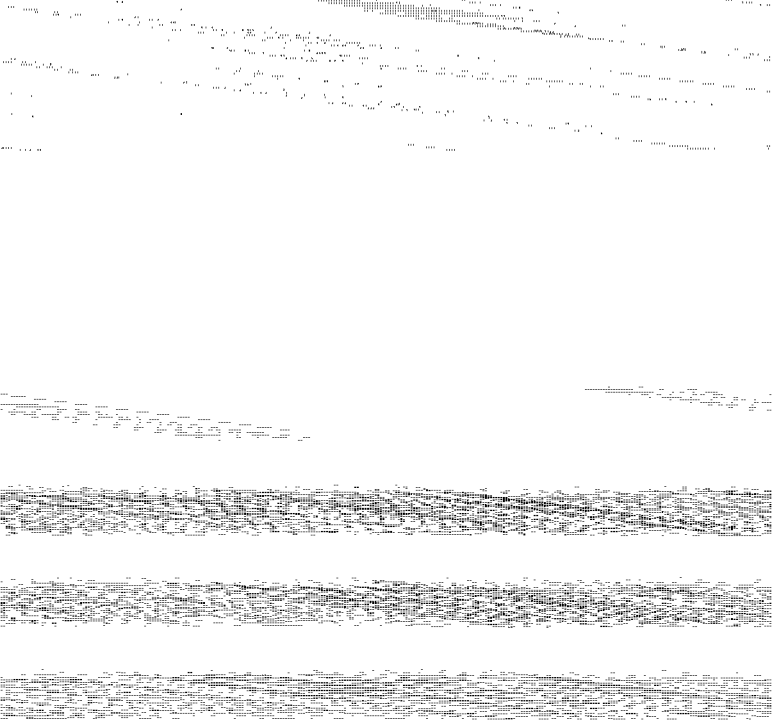
2.6 花粉粒时期

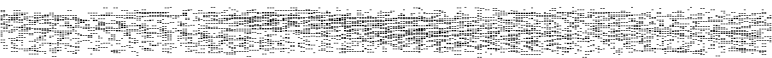
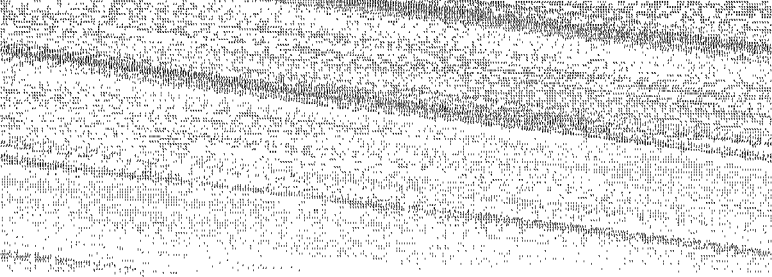
药壁表皮细胞内嗜锍颗粒进一步增加,以致充满整个细胞(图版 III-1, I-5),外旋壁进一步加厚。药室内壁细胞壁靠内层继续不均匀的加厚,细胞内叶绿体结构完整,其基质片层与基粒片层结构清晰,细胞内具有活力旺盛的细胞质与细胞器,有细胞核。药室内壁与小孢子间的纤维组织中,还观察到与表皮、药室内壁内相似的嗜锍颗粒(图版 I-2,3)。

2.7 成熟花粉粒时期

药壁表皮细胞呈近长方形,含大液泡、少量的细胞质与少量的嗜锍颗粒;药室内壁细胞的液泡膜破裂,叶绿体排列混乱,进入细胞中部,基质片层与基粒片层膨胀,但仍能看到少量的淀粉粒存在。药室内壁细胞中有较多的与表皮细胞相同的嗜锍颗粒(图版 III-2)。







3 讨 论

前人认为^[9~12],药壁表皮细胞仅作为保护组织。本研究在 77(2)小麦花药中,观察到 大液泡小孢子时期,药壁表皮细胞内,有发达的线粒体与高尔基体,线粒体嵴十分明显,结构清晰,呈近圆型。在花粉粒初期,表皮细胞出现絮状或颗粒状的嗜银小体,仍有发达的线粒体与高尔基体。在花粉粒后期,嗜银小体剧增,以至充满整个细胞,且中间有较大的细胞核。在表皮细胞的线粒体内,也看到了嗜银颗粒。胡适宜等^[17]在春兰花药的药壁表皮细胞内,也看到了丰富的嗜银颗粒(脂类物质)。春兰花药的药壁表皮细胞内的脂类物质比小麦中的大。小麦花药的药室内壁细胞,在大液泡小孢子和液泡花粉粒时期,药室内壁细胞内叶绿体数目增多,基质片层、基粒片层发达,高尔基体、线粒体、内质网增多,各种细胞器生活旺盛,细胞大量合成物质。这与郭洁等^[8]报道的甜菊药室内壁细胞结构相似。同时,笔者还在药室内壁细胞内和花粉囊中以及花粉外壁周围,看到少量的与药壁表皮细胞内相似的嗜银颗粒。在周原质层(也就是药壁与小孢子交界的纤维层)中,也看到了这种嗜银颗粒。在花药成熟时,表皮中的这种嗜银颗粒又减少。因为在这个时期,绒毡层残体基本被吸收,而花粉粒内壁正在形成,花粉大量积累淀粉粒和其他物质。据此作者推测,药壁表皮和药室内壁,对小孢子花粉的发育有提供营养的作用,尤其在绒毡层消失后,花粉发育所需的营养,主要由表皮与药室内壁细胞提供。

另外,在绒毡层残体几乎全部被吸收后,作者在 U 氏体、绒毡层膜、花粉粒外壁周围观察到许多比表皮细胞中小的嗜银颗粒。这些颗粒在花粉粒时期最大、最多;后随着花粉的发育逐渐变小,并由颗粒状变为絮状,以至在花粉成熟时消失。这种颗粒有单个存在的,也有许多个连成絮状的。可以认为,在 U 氏体、绒毡层膜和花粉壁周围看到的这些嗜银小颗粒,可能来自于表皮和药室内壁的嗜银大颗粒。因为这些颗粒与药壁表皮内的嗜银颗粒组成相似,同时在表皮、药室内壁中的嗜银大颗粒周围,附着有与 U 氏体、绒毡层膜和花粉壁周围相同的小颗粒。但是,构成这些嗜银颗粒的物质究竟是什么,尚不清楚。Banerjee 等^[12]在禾本科植物花药中,看到 U 氏体与花粉外壁的微刺之间存在孢粉素带,认为这是孢粉素分子在运输途中被固定而造成的。El-Ghazaly^[13]报道,在花粉外壁周围有星状的孢粉素分子存在。作者观察了未用醋酸双氧铀、柠檬酸铅双染的切片,发现大小嗜银颗粒颜色相同,且与细胞质相近,而主要由孢粉素构成的 U 氏体、绒毡层膜、花粉外壁的颜色较这些嗜银颗粒深。作者认为,孢粉素可能是嗜银颗粒构成物质之一,但不是全部。U 氏体、绒毡层膜、花粉外壁周围的这些颗粒,可能是营养物质在运输中被固定下来的结果。

以上所述,只是作者根据细胞形态方面的观察进行的一种初步的推测。要弄清这个问题,需通过细胞化学、示踪技术、超微结构技术等多层次结合,进一步深入地研究。

参 考 文 献

- 1 刘宁,王伏雄,陈祖铨. 麦冬花药绒毡层和乌氏体的细微结构. 植物学报, 1992, 34(1): 15~19
- 2 刘成运,李颂,徐维明等. 云南松小孢子发生过程中绒毡层细胞的超微细胞研究. 实验生物学报, 1987, 20(2): 119~126
- 3 陈朱希昭. 太谷核不育小麦花药和花粉发育的细胞形态学观察. 山西农业科学, 1982(2): 13~16

- 4 董源. 花粉绒毡层及花粉发育的电子显微镜研究近况. 北京林学院学报, 1983(3): 73~84
- 5 Hess M W, Hesse M. Ultrastructural observations on anther tapetum development of freeze-fixed *Hyacinthaceae*. *Planta*, 1994(192): 421~430
- 6 Ogorodnikova V F. Genesis and ultrastructure of Gramineae tapetum cells Sporopollenin wall. *Bot. Zh.*, 1986(71): 1366~1371
- 7 胡适宜, 徐丽云, 马纯燕. 春兰花药壁及其绒毡层特性. 植物学报, 1992, 34(8): 581~587
- 8 郭洁, 陈睦传, 汪德耀. 甜菊花药壁的超微结构及功能研究. 实验生物学报, 1989, 22(3): 270~277
- 9 胡适宜. 被子植物胚胎学. 北京: 人民教育出版社, 1983, 23~30
- 10 De Fossard R A. Development and histochemistry of the endothecium in the anthers of in Vitro grown *Chenopodium rubrum*. *Bot. Gaz.*, 1969(130): 10~22
- 11 Koltunow A M, Truettner J, Cox K H, et al. Different temporal and spatial gene expression patterns occur during anther development. *Plant cell*, 1990(2): 1201~1224
- 12 Banerjee U C, Barghoorn E S. The tapetal membranes in grass and Ubisch body control of mature exine pattern. In *Pollen: development and physiology*. Heslop-Harrison J, ed. Development of physiology. London: Butterworths, 1971
- 13 El-Ghazaly G, Jensen W A. Studies of the development of wheat (*Triticum aestivum*) pollen. I. Formation of the pollen wall and Ubisch bodies. *Grana*, 1986, 25: 1~9

Ultrastructure of Epidermis and Endothecium Cells of Anther Wall in Wheat

Yao Yaqin¹ Yang Tianzhang²

(1 The Central Laboratory, 2 Department of Agronomy, Northwestern Agricultural
University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The result of ultrastructure observations for the epidermis and endothecium cells of the anther wall in wheat with transmission electron microscopy (TEM) showed that, at vacuolate microspore stage, the epidermis cells of anther wall contained energetic chloroplasts and rich organelles. At pollen stage, the epidermis cells were full of the osmiophilic globules, also there were small numbers of osmiophilic globules, similar to those in epidermis cells, in endothecium and pollen sacs. In addition, there were numerous small osmiophilic globules around the Ubisch bodies, orbicular wall and pollen wall, which resembled, in composition, to those in the epidermis cells. When the pollen became mature, these globules decreased. The results suggested that epidermis and endothecium of anther wall in wheat probably provide nutrient for the pollen development, specially for the later period of the development.

Key words wheat, epidermis of anther wall, endothecium, ultrastructure