

水稻424、131雄性不育系花粉败育 与毡绒层细胞的关系

潘坤清* 何丽卿

(基础部)

摘 要

水稻雄性不育系花粉败育因种类不同而不同。不育系424A、131A, 因在单核花粉早期、毡绒层细胞之外, 出现一层由特大的球状体所组成的球状体膜。它们不为小孢子形成花粉壁时所利用, 最后沉积在液泡化增大的中间层细胞壁外, 形成一层厚达1—1.5微米的特别肥厚的次生毡绒层壁层, 致使小孢子自始至终不能形成花粉外壁, 从而导致花粉的败育。

水稻雄性不育系花粉败育是多原因、多途径的。还因类型不同而异。我们曾报导过野败型雄性不育系因中间层细胞液泡化增大, 毡绒层细胞迅即破坏消失, 从而导致花粉败育这一过程^[1]。

而不育系424A (自然突变材料), 131A (由非洲品种444中选育出的不育系), 我们观察到另一特异的败育途径: 在单核花粉早期, 在毡绒层细胞外, 出现一层由特大的球状体所组成的球状体膜。由于毡绒层细胞解体过程中出现了异常的球状体, 致使小孢子自始至终不能形成花粉外壁, 从而导致花粉败育。

试验材料424A, 131A采自广东省农作物杂种优势利用研究协作组试验田。制片方法采用压片法及石蜡切片法。

结 果 与 分 析

植物毡绒层细胞解体过程中出现的球状体, Echlan^[5] 1968年在 *Helleborus foetidus*、Christensen et al.^[6] 1972年在高粱 (*Sorghum bicolor*)、Overmen al.^[7] 1972年在高粱 (*Sorghum*)、卡特^[4]在百合 (*Lilium*) 胡适宜等^[2] 1977年在

* 现调广州师范学院生物系工作

小麦 (*Triticum*) 等植物方面都有过报导。而在水稻, 尤其是水稻雄性不育系方面我们还未见报导。

(一), 关于水稻在毡绒层细胞解体过程中出现的球状体膜

1、正常栽培稻的球状体膜: Christensen⁽⁶⁾ 1972年详细的描述了可育高粱的球状体, 由生成前球状体到沉积孢粉质而成为球状体, 随着孢粉质的继续沉积而连结成网状, 最后成为围绕着药室的次生毡绒层壁的详细过程。以上过程, 可育水稻在光学显微镜下, 我们未能观察清楚。由于水稻球状体十分微小, 只0.3微米左右, 所以仅只观察到毡绒层细胞内切面质膜呈凹凸不平的微波状而已!

水稻花药的毡绒层细胞在四分孢子时, 毡绒层细胞壁被解体, 解体后的毡绒层细胞就以细胞质团块的形式存在。一般在花粉发育至小孢子液泡化时期到单核期稍后的一段很短的时间内, 在距毡绒层细胞质膜外3—5微米处, 可见到一层类似细胞壁一样的物质, 在多种染料染色情况下, 它们始终与花粉外壁的染色反应相一致, 并且与后来形成的次生毡绒层壁的染色反应相一致。始终与毡绒层细胞的细胞质, 以及花粉的细胞质的染色反应不相一致。经详细观察的结果, 查明它们原来是由一个个在光学显微镜下几乎难以分辨的、单个的、直径只0.3微米的、互相排列紧密的、单层的球状体分子所组成(图版: 1)。它们既不出现在单核期之前, 亦不曾在双核期时有所发现, 就是在单核期, 亦仅只在很短的一段时间内出现, 故我们在多数切片上未能见到。

2、424A、131A不育系的球状体及球状体膜: 可育水稻在压片上极难发现的球状体及球状体膜, 在424A, 131A不育系压片上却非常容易被观察到。凡是在单核花粉时期用压片方法极易在毡绒层细胞质膜的外面5—10微米处, 见到一层球状体膜——一层特别肥厚的膜层。洋红+苏木精染料染色下呈黄褐色, 它们亦是由一个个直径较正常的大三倍, 一般0.8—0.9微米, 最大达1.1微米, 在光学显微镜下呈园球状, 中央透明的球状体所组成。彼此间互相紧密的排列成一单“分子”状的膜层, 位于一个六面型细胞除与中间层细胞相邻的一面外, 其余五个面(图版: 4), 在石蜡切片横切面上, 毡绒层细胞外之球状体膜显得格外清楚, 在药室的内切面上连成一片(图版: 1、2), 栽培稻的球状体膜出现的时间是非常短的, 故在许多片上未能见到(图版: 3)。而424A, 131A不育系凡是在单核花粉期的切片上都很容易看到, 证明它们存在的时间是很长的。随着发育进入双核花粉阶段, 毡绒层细胞不断解体成为薄层, 以至最后消失。在这过程中, 球状体膜却并不消失, 而是由靠近以至紧贴在毡绒层细胞质膜上, 并随着毡绒层细胞的解体而最后沉积在液泡化增大的中间层细胞外面, 成为一特别增厚的次生毡绒层壁层(图版: 5、6)。

(二) 中间层细胞液泡化增大

关于中间层细胞, 在栽培稻随着发育而不断的变扁, 至单核花粉期以后的各时期, 几乎是难以分辨了, 但并没有消失。我们曾报导过野败型雄性不育系中间层细胞液泡化增大的过程⁽¹⁾。而424A、131A不育系的中间层细胞亦有类似而又不完全相同的液泡化增大的现象, 其变化过程如下:

它们的中间层细胞在花粉母细胞减数分裂期, 小孢子期, 至单核花粉初期, 其变化

过程同栽培稻基本类似，细胞明显变扁，细胞核逐渐致密化成线状弯曲形，细胞界限难以区分而一旦发育至单核期后，中间层细胞在横切面上又再次明显的出现，极易区分，尤同花粉母细胞时期一样，径向厚度又达2.5—3微米左右，这便是液泡化的开始。而更有意义的是已经致密化成线状弯曲形的细胞核，又复“松解”和“回复”到花粉母细胞时期的园形状态。

单核期开始液泡化的中间层细胞，到双核花粉期时，液泡化增大已是十分明显而普遍了，径向厚度5—6微米，毡绒层细胞在这过程中不断解体消失，至开花前时，中间层细胞的径向厚度达到了12—14微米，毡绒层细胞消失，而在其外沉积了一层厚达1—1.5微米的次生毡绒层壁层（图版：5、6）。

采用压片法，观察结果表明，在双核花粉时期可以看到一层细胞壁特厚的，近似正方形的，液泡化增大的中间层细胞，细胞核园形，位于细胞之边缘（图版7），这一现象，在以往其它可育水稻的观察过程之中之所以未见过，是由于在后期严重萎缩压扁，故难以鉴别。而424A，131A由于中间层细胞明显的液泡化增大，而更为重要的是由于特厚的次生毡绒层壁的贴附，所以显得特别明显。次生毡绒层壁亦是由一个个球状体分子互相紧密排列而成网状。

（三），花粉败育与毡绒层细胞的关系

424A，131A不育系其减数分裂过程，基本尚属正常，能形成小孢子，有时大小不均等^[3]。但发育至小孢子以后，便明显的趋于败育。小孢子以后，即是花粉外壁及萌发孔形成期，而424A，131A不育系自始至终亦未见有花粉外壁的形成，直至开花时仍为单壁状。除花粉壁外的其它细胞部分，仍然近乎正常的向前发育，如部分细胞进行有丝分裂进入双核期，但不能进行第二次有丝分裂，故未见有三核花粉。在开花前的花药内可以见到三种类型的花粉：（1）外形园整，无花粉外壁，细胞核1—2个，富含内含物，碘—碘化钾正反应；（2）外形园整，无花粉外壁，比上略小，1—2个细胞核，有一些二个核并列，大小一样，有些二个核可以区分为营养核与生殖核，细胞质略呈收缩状，无内含物；（3）外形皱缩，无花粉外壁，常中空，无细胞质、细胞核，或仅有一些细胞质的碎片（图版8）。

以上三种花粉其共有的特点是没有形成花粉外壁。显微镜下随机取样五个视野，大致成2：1：2的比例。

其花粉外壁及萌发孔之所以未能形成，完全与毡绒层细胞解体异常，即与其特大球状体的出现密切相关。球状体是一种富含孢粉质素（一种高度稳定的类胡萝卜素的聚合物）的物质^{[2][7]}，它们是形成小孢子花粉壁的主要物质来源，而三倍大于正常球状体的特异球状体，不能为小孢子形成花粉壁时所利用。未被利用的球状体物质，最后沉积在液泡化增大的中间层细胞壁外，成为一层厚达1—1.5微米的特别厚的次生毡绒层壁层。

（四）小结

- 1、424A、131A不育系花粉败育的时间主要出现在四分孢子以后。
- 2、特大球状体的出现是使它们不能形成花粉外壁的主要原因。

3、单核花粉期开始的中间层细胞液泡化过程,是一缓慢的过程,它们随发育而逐渐增厚,其细胞核由致密化线状弯曲形而又复“松解”、“回复”呈圆形。它们与野败型不育系之中间层细胞急速增厚有所不同。

4、特别肥厚的次生毡绒层壁,是由于毡绒层细胞壁解体后所形成的特大球状体,未为小孢子形成花粉外壁所利用,而又复沉积在中间层细胞壁上所造成的。

参 考 文 献

- [1] 潘坤清, 1979, 水稻野败型雄性不育系的解剖学和细胞学观察, 《遗传学报》, 6 (2): 211—215。
- [2] 胡适宜等, 1977, 小麦雄性不育系和保持系的小孢子发育的电子显微镜研究《植物学报》, 19 (3):
- [3] 中山大学生物系遗传组等, 1976, 作物“三系”生物学特征的研究, Ⅲ. 几种水稻雄性不育类型的花粉形成与发育的细胞形态、代谢障碍和药隔维管束发育的比较, 《遗传学报》, 3 (2): 119—127。
- [4] E. G. 卡特著 (李正理译), 植物解剖学, 试验和解剖, 下册: 252—256, 科学出版社。
- [5] Echlin, p., and godwin, H., 1968. The ultrastructure and ontogeny of pollen in *Helleborus foetidus* L. l. The development of the tapetum and ubisch bodies. J. Cell. Sci., 3: 161--174.
- [6] Christensen, J. E., H. T. Horner, JR., and N. R. Lersten, 1972. Pollen wall and orbicular wall development in *Sorghum bicolor* (Gramineae). Am. J. Botany., 59: 43--58.
- [7] Overman, M. A., Warmke, H. E., 1972. Cytoplasmic male sterility in *Sorghum*., Tapetal behavior in fertile and sterile anthers. T. J. Heredity., 63(5) 227-234.

THE RELATIONSHIP BETWEEN POLLEN ABORTION AND TAPETUM IN MALE-STERILE LINE OF RICE 424, 131

Pan Kun—King He Le—king

ABSTRACT

The Cause of pollen abortion was considered difference to the male-sterile line of variant rice type. The ubisch body membrane which composed of a layer notably large ubisch body outside the tapetal cell in primal stage of the uninucleate pollen was accured to the male-sterile line of rice 424A, 131A. It hadn't been utilized by microspore in the formation of pollen wall, and the accumulation of a 1—1.5 μ layer especially thick secondary tapetal wall were formed and surrounding the cell wall of vacuolate central cell layer, thus it was considered to be the cause of pollen abortion due to unable to form the pollen extine by microspore.

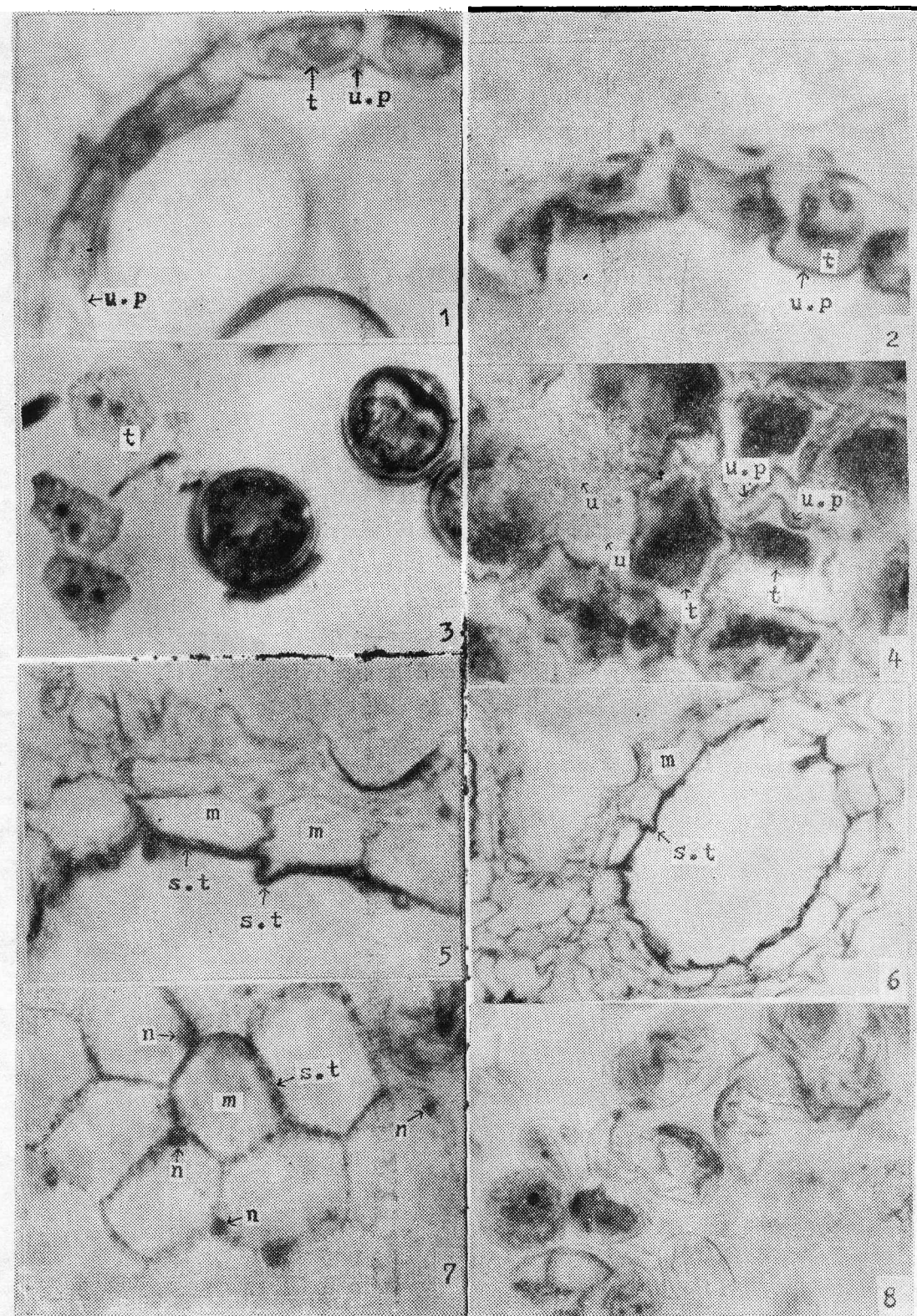


图 版 说 明

- 图 1 正常可育水稻单核花粉期的球状体膜。 $\times 1000$ 。
- 图 2 424A不育系单核花粉期石蜡切片上的球状体膜与毡绒层细胞的关系。 $\times 1250$
- 图 3 正常可育水稻单核花粉期压片上的毡绒层细胞外无球状体膜。 $\times 1250$ 。
- 图 4 131A不育系单核花粉期压片上的球状体、球状体膜及与毡绒层细胞的关系。 $\times 1250$ 。
- 图 5 424A不育系中间层细胞液泡化增大，上面紧贴着一层增厚了的次生毡绒层壁层。 $\times 1250$ 。
- 图 6 131A不育系开花前之花药的横切面，中间层细胞厚度达12—14微米，上面也紧贴着一层次生毡绒层壁层。 $\times 400$ 。
- 图 7 424A不育系双核花粉期压片上的液泡化增大的中间层细胞，细胞核圆形。壁上亦紧贴着一层次生毡绒层壁层。 $\times 1000$ 。
- 图 8 131A不育系开花前压片上可见三种不同类型的败育花粉。 $\times 400$ 。
- t毡绒层细胞，u球状体，u·p球状体膜，m中间层细胞，s·t次生毡绒层壁层，n中间层细胞核。

增补：本刊1981年第2期，第18页倒数第1行“获毒饲育”之后，补上“24小时，然后在无病豌豆幼苗上分别进行传毒饲育”。另：22页倒数第8、10、13行碳酸应改为磷酸；倒数第9行聚乙醇改为聚乙二醇。