

# 稻类雄性不育系的花粉败育途径研究

吴世斌

(中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

周开元 万建辉

(中国科学院西双版纳热带植物园, 勐腊 666303)

## 摘 要

对水、旱稻 5 个两系不育系和 1 个三系不育系的花粉败育途径的观察发现, 野败三系不育系珍汕 97A 和 3 个两系不育系是以核退化为典型特征的花粉败育途径, 其败育时期发生在单核晚期。新选育成的旱稻昆植 S-1 和水稻昆植 S-2 两个两系不育系则是以核增生为典型特征的花粉败育途径。对两类花粉败育途径的细胞学特点和不育的稳定性进行了比较分析。

关键词 水稻; 雄性不育; 减数分裂; 花粉

## STUDY ON THE ABORTIVE PROCESSES OF POLLEN IN MALE STERILE RICE

Wu Shi-bin

(Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming 650204)

Zhou Kai-yuan and Wan Jian-hui

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Academia Sinica, Mengla 666303)

## Abstract

The abortive processes of pollen in five genic male sterile lines and one cytoplasmic genetic male sterile line with cytoplasm of wild rice are reported. The authors found that the cytoplasmic-genetic MS Zhenshan 97A line is a typical nuclear degenerative type of pollen abortion. The sign of abortion manifested at the late mononuclear stage. The genic male sterile lines are all typical nuclear proliferative type. They show their apparent abnormality as failure of membrane formation between the two daughter nuclei at the telophase of the first meiotic division. This type of male sterility is very stable, and no flower with dehiscent anthers is present in the panicles.

**Key words** Rice; Sterility; Meiosis; Pollen

研究水稻不育系的花粉败育的发生时期、方式和类型,为分析不育材料的遗传背景和不育性的稳定程度提供细胞学依据,对不育系的选育和利用,都有重要意义。我国水稻三系不育系的花粉败育,早期曾有过一些报道<sup>[1-3]</sup>。但至今有关水稻两系不育系花粉败育的情况仍缺乏研究。本文选择以我们人工杂交选育的新型的、稳定的水、旱稻两系不育系为重点观察材料,以水稻三系不育系为对照材料,比较研究了各不育系花粉败育的方式和特点。现将研究结果报道如下。

## 材 料 和 方 法

材料:从 1986 年开始,用人工杂交的方法,陆续选育成功了 5 个新型的水稻和旱稻的两系不育系。其中 2 个已通过了鉴定,3 个为高世代稳定不育材料,其来源如下:

昆植 S-1 由云南西双版纳的粳型旱稻“长香糯”与浙江的籼型水稻“竹云糯”杂交选育而成的两系不育系,籼粳中间型。昆植 S-2 以“矮血糯”作母本,“V20”作父本杂交选育而成的两系不育系,籼型。87-347 由旱稻株系 85-1-24-2 与原始旱稻“毫图”杂交选育而成的两系不育系,籼粳中间型。87-466 由原始旱稻品种“镰刀谷”的变异株与旱稻矮秆株系 85-1-24-3 杂交选育而成的两系不育系,偏粳型。87-9-6 由矮秆水稻品种“圭 630”与旱稻品种“毫老”杂交选育而成的两系不育系,偏籼型。珍汕 97A 由野生稻的不育株与早籼品种“珍汕 97”杂交,经多代回交育成的三系不育系,籼型。

供细胞学观察的材料,取剑叶与下一叶叶耳间距为 0—5 cm 时的幼穗,用无水乙醇—冰乙酸(3:1)固定。观察小孢子母细胞减数分裂,用苯酚品红染色和压片。观察小孢子发育则用 0.5% 乙酸洋红染色和压片。

## 观 察 结 果

通过对 6 个不育系作大量的花粉母细胞减数分裂和花粉发育过程的观察,发现它们的花粉败育途径有两种截然不同的方式。

以珍汕 97A 为代表的 4 个不育系,是以核退化为特征的花粉败育。它们的整个减数分裂过程正常,前期 Ⅰ 和中期 Ⅰ,同源染色体正常配对,可形成 12 个二价体(图版 1, 2),后期 Ⅰ 二价体正常分离(图版 3),末期 Ⅰ 后形成正常的二分体(图版 4),前期 Ⅱ 至末期 Ⅱ 的染色体行为也完全正常(图版 5、6),最后形成分离的四分孢子(图版 7),进而发育成单核小孢子(图版 8)。但是,在单核晚期便出现了异常情况,细胞核开始退化及至完全消失,最后成为无核而仅留花粉壁的空花粉(图版 9)。属于核退化型的不育系还有 3 个两系不育系:87-9-6, 87-446 和 87-347。

另一败育途径是昆植 S-1 和昆植 S-2 两个两系不育系的核增生型。其减数分裂过程中的第 1 次分裂是完全正常的。但是末期 Ⅰ 以后便出现了异常,由于不能形成细胞板,因此第 1 次分裂后不能形成二分体,而是形成 1 个 2 核细胞(图版 10)。第 2 次分裂过程前、中、后和末 Ⅱ 是在同一个细胞中完成的(图版 11—15)。从染色体行为来看,没有什么异常。但是末期 Ⅱ 以后,仍然不能形成细胞板,而是形成 1 个 4 核细胞(图版 16)。随后的发育,约有 60% 的细胞始终处于 4 核状况,其余细胞的细胞核发生不同程度的分裂,形成具 6、8、12、16 和更多核的细胞(图版 17、18)。此外,在不同的花药中,还可

看到一定数量的 2 核细胞, 这是第 1 次分裂后, 不再进行第 2 次分裂的残留 2 核细胞。核分裂停止后, 即开始形成花粉壁和萌发孔, 但其形态则多异常, 有无壁的、具厚壁的、具薄壁的、有无萌发孔的、有具 1 个和 2—3 个萌发孔的。不过, 它们只是徒具花粉外貌的不育花粉而已。由于这些花粉具 4 核及更多核, 我们称之为“核增生型”不育花粉。这类花粉有两个显著特征: 其一, 随着核的增多, 花粉体积增大, 呈正相关; 其二, 随着核的增多, 核的大小递减, 呈负相关。所以镜检时可见花粉大小不一, 有的甚至相差 2—3 倍。至开花前, 花粉中的细胞核开始解体, 形成不定形的块状物或扩散至细胞质中(图版 , 19), 内含物从萌发孔处外溢, 花粉空瘪, 且常常相互粘连(图版 , 20)。

## 讨 论

1. Laser 等<sup>[4]</sup>在其被子植物雄性不育的综述文章中指出, 被子植物的花粉败育主要发生在四分体以前, 单子叶植物则发生在单核小孢子之后。徐树华<sup>[1]</sup>对我国水稻的主要三系不育系类型的花粉败育进行了详细的细胞学观察, 指出野败型主要在单核小孢子分裂前后败育; 红莲型主要在 2 核期败育; 而滇一型则主要在雄配子体形成前后败育。湖南师范大学生物系等<sup>[2]</sup>的研究结果与徐树华的结论类似, 又另加一个从日本引进的包台不育系, 其败育时期在 3 核期。我们观察的野败系统的珍汕 97A 和 3 个两系不育系的花粉败育与上述作者的报道基本相符, 均在单核小孢子形成后败育, 但败育过程的描述与上述有出入。昆植 S-1 和昆植 S-2 的花粉败育始于减数分裂过程中不能形成二、四分体, 其不育花粉为核增生型。这种花粉不育类型既不属于 Laser 等所归纳的范畴, 也不属于徐树华等所描述的水稻不育系的花粉败育类型。而是一种至今未见报道过的水稻不育系花粉败育的新类型, 也是在其它植物中未见报道过的新类型。这种败育花粉, 在开花前镜检, 其形态特征主要表现为圆败型, 其次为典型型。

2. 核增生型与核退化型花粉败育的迟早及机制完全不同。核退化型在单核小孢子形成时, 核和壁都是正常的, 只是核的分裂受到抑制后退化。温光条件的骤变, 往往容易导致育性恢复, 形成具 2 核和 3 核的正常花粉。我们选育的两系不育系 88-347(高温不育)在夜温下降至 25℃ 以下时, 个别小枝梗上便可产生可育花粉, 并恢复自交结实。即使是珍汕 97A, 在每天 10 h 光照下夜间加温至 30℃ 以上时, 也有少量枝梗恢复自交结实。我国目前利用的一些两系不育系, 均为高温不育系, 有些感温性强的不育系, 在夏季长日下, 若遇上低温, 会变成部分可育; 反之, 在秋季短日下, 若遇上高温, 又会由可育转为不育, 这就是所谓的“打摆子”现象<sup>[5]</sup>。核增生型则不同, 它的不育性在花粉母细胞减数分裂的末期 便已确立, 而且相当整齐一致。基于减数分裂过程的历时较短和分裂的不可逆转性, 即使是在花粉发育的较长阶段发生温、光条件的骤变, 也不可能发生育性的转换。所以, 可以说具核增生型花粉败育途径的昆植 S-1 是目前水稻两系不育系中花粉不育发生最早、保持不育时间最长、不育性稳定和风险最小的新型旱稻不育系。

## 参 考 文 献

- 1 徐树华. 我国水稻主要雄性不育类型花粉发育的细胞学观察. 中国农业科学, 1992. (2): 9—14
- 2 湖南师范大学生物系水稻杂优组, 湖南省长沙市农科所水稻组. 水稻雄性不育系的花粉败育途径. 中国农业科学, 1978. (3): 1—7

- 3 武汉大学遗传研究室. 红芒-莲塘早不育系花粉败育过程的细胞学观察. 植物学报, 1978. 20: 150—153
- 4 Laser K D, Leisten N R. Anatomy and cytology of microsporogenesis in cytoplasmic male sterile angiosperms. *Bot Rev*, 1972. 38: 425—454
- 5 袁隆平. 选育水稻光、温敏核不育系的技术策略. 杂交水稻, 1992. (1): 1—4

### 图 版 说 明

1—9. 核退化型花粉的败育。1. 终变期。2. 中期。3. 后期。4. 二分体。5. 前期。6. 末期。7. 四分体。8. 单核后期小孢子。9. 核退化花粉。10—20. 核增生型花粉的败育。10. 2 核细胞, 末期之后不形成细胞板。11. 前期。12. 中期。13. 后期。14、15. 末期。16. 4 核细胞, 无细胞板形成。17. 8 核花粉。18. 多核花粉。19. 核解体花粉。20. 败育花粉。

### Explanation of Plate

Figs. 1—9. Nuclear degeneration type of pollen abortion. Fig. 1. Diakinesis. Fig. 2. Metaphase. Fig. 3. Anaphase. Fig. 4. Dyad. Fig. 5. Prophase. Fig. 6. Telophase. Fig. 7. Tetrad. Fig. 8. Pollen of late stage of mononuclear. Fig. 9. Pollen of nuclear degeneration. Figs. 10—20. Nuclear proliferation type of pollen abortion. Fig. 10. 2-nuclear cell, no cell plate formation after telophase. Fig. 11. Prophase. Fig. 12. Metaphase. Fig. 13. Anaphase. Figs. 14, 15. Telophase. Fig. 16. 4-nuclear cell, no cell plate formation. Fig. 17. 8-nuclear pollen. Fig. 18. Multi-nuclear pollen. Fig. 19. Pollen of nuclear degeneration. Fig. 20. Pollen of abortion.

