

新型旱稻昆植 S-1 两用核不育系花粉败育的细胞学观察^①

吴世斌

孙又明[✓] 周开元 万建辉

(中国科学院昆明植物研究所 650204)

(西双版纳热带植物园 666303)

A

摘要 本文首次报道了一种新型旱稻昆植 S-1 两用核不育系的花粉败育过程。当不育系处于不育临界光温条件以下时,花粉母细胞减数分裂的末期 I 和末期 II,不能形成细胞板,从而不能形成正常的二、四分体,而形成 4、6、8、16 或更多的多核细胞。这些多核细胞形成花粉壁后发生核解体,内含物渗出,花粉粘连,败育。基于以上的特点,称之为“核增生型”花粉败育途径。

关键词 旱稻,核不育系,减数分裂,花粉败育

陆稻

杂交水稻的优势利用,由三系法转为二系法或一系两用法,是水稻育种中的重大革新。近年,我国在这方面的研究已取得了很大的成绩,选育了农垦 58S 和安农 S-1 为供体的大批衍生不育系,但至今仍未见到有关这些不育系的花粉败育途径的研究报道。我们采用人工杂交的方法,成功地获得了一种新型的旱稻不育系昆植 S-1,并经中国科学院组织专家组现场鉴定通过。该不育系花粉败育比较特殊,是一种新发现的花粉败育类型,称之为核增生型。它与此前所报道的各种雄性不育花粉败育类型^[1,2,3,4]有本质上的差别,是一种发生更早、更稳定不育的花粉败育途径,现报道如下。

1 材料和方法

观察材料为 1986 年以云南西双版纳的农家旱稻品种长香糯(光壳粳型)和水稻品种竹云糯(籼型)为亲本,用人工杂交方法,从杂种后代中鉴别、分离和多代选育出的一个新型旱稻两用核不育系昆植 S-1,经中国科学院组织专家组于 1993 年 4 月在西双版纳现场鉴定通过。

该不育系在下述不育临界光、温(日照/日均温)值以下,植株完全不育:12 小时/25.5℃;13 小时/24.5℃;14 小时/23.61℃。在临界值以上,则恢复可育,是一种育性可逆转的一系两用雄性不育系。由于它顺着季节发生不育、可育、不育的育性转换,我们命名其为 ABA 型不育系。这是一种与目前我国水稻两用不育系(BAB 型)的育性周期不同的新型不育系。

昆植 S-1 经鉴定认为其不育性稳定,农艺性状整齐一致,经济性状优良。不育株率和不育花粉率均为 100%,严格自交结实率为 0。在西双版纳地区,早季不育期可长达 70 天,6 月 15 日以前均为不育期。晚季不育期 60 天。恢复自交结实较困难,西双版纳 7 月份因常遇多雨天而自交结实率仅约 20%,1992 年移地湖南长沙栽培,8 月份自交结实率

^① 本文于 1992 年 10 月 15 日收到

可增至 50% 左右。异交结实率为 40—80%，千粒重 43 克，繁殖亩产约 250 公斤。株高 65 厘米，分蘖中等。叶色深绿，微内卷，剑叶长约 25 厘米。花时比“V20”约早 40 分钟，开颖时间 110 分钟至 4 小时，部分柱头外露。高抗白叶枯，中抗稻瘟病。与籼稻杂交优势最强。

观察材料为已稳定的不育系，12 月 24 日播种，次年 3 月 12—26 日为花粉母细胞减数分裂的持续时间。分批随机选择剑叶叶耳间距为 0 及至抽穗的幼穗 300 穗，用卡诺氏 (Carnoy's) 固定液固定备用。减数分裂过程以卡宝品红染色液染色，花粉则用 0.5% 乙酸洋红染色。常规压片法制片，共计观察制片 200 多片。

2 观察结果

在观察的所有减数分裂制片中，在中期 I，同源染色体的配对都正常，无一例外地均可形成 12 个二价体，整列于赤道面。后期 I，二价体正常分离，没有见到落后染色体和染色体桥等异常现象。从末期 I 后出现异常，染色体虽在两极集缩而形成两个子核，但不能形成细胞板，因此，不能如正常减数分裂那样形成二分体，而是 1 个二核细胞 (图版 1, 4)。进入第二次分裂，前期 II、中期 II (图版 1, 5)、后期 II 和末期 II (图版 1, 6) 的染色体行为也都是正常的，但末期 II 之后，依然不能形成正常的四分体或四分孢子，而是成为 1 个具四核的单细胞 (图版 1, 7)，与正常减数分裂可形成的二、四分体 (图版 1, 1, 2) 截然不同。此外，还观察到约有 20% 的二核细胞停滞不前，不进入第二次分裂。因此减数分裂完成后的细胞群，是由绝大部分四核细胞和少部分二核细胞所组成。这些细胞进一步发育，便出现了各种异常现象。

2.1 多核细胞 约有 20% 的二核细胞和约 60% 的四核细胞的细胞核不再分裂，处于静止状态。其余 20% 的四核细胞的细胞核则继续分裂，形成具 6 核、8 核 (图版 1, 8)、12 核 (图版 1, 9)、16 核及更多核的细胞。这些超过 4 核的多核细胞，有两个显著特点：其一是随着细胞核的增多而细胞的体积增大，4 核细胞的直径约 14 微米，而 16 核的细胞则达 18—20 微米，呈正相关；其二，随着细胞核的增多，核的体积则按比例减小，呈负相关。

2.2 花粉壁和萌发孔的异常 核分裂停止后至开花前，为花粉壁和萌发孔的形成时期。正常可育的花粉，通常可见内外两层花粉壁和 1 个萌发孔 (图版 1, 3)，花粉中含 1 个营养核和 2 个棱形的精子。而该不育系的花粉壁则多种多样，薄壁花粉约占 50%，厚壁花粉约占 20%，无壁花粉约占 5%，其染色时特别深重。花粉壁正常者约占 25%。此外萌发孔也多异常，无萌发孔者约占 5%，发育不全者约占 40%，多于一个萌发孔的多萌发孔者约占 40% (图版 1, 10)，具有一个正常大小萌发孔者只占 15%。

2.3 花粉败育 花粉败育首先是细胞核解体，核物质形成不定形的块状，或扩散于整个花粉母细胞质中 (图版 1, 11)。与此同时，花粉内含物的渗透压似也改变，内含物外渗压力首先使薄壁的萌发孔呈突出状。随后，萌发孔破裂，内含物溢出，常使花粉粘连 (图版 1, 12)。最后，花粉壁皱缩，花粉完全败育死亡。

3 讨论

Laser 等^[9]在其被子植物雄性不育的花粉败育的综述论文中指出，双子叶植物花粉败育大都发生在四分体形成之前。单子叶植物则发生在单核小孢子之后。国内一些作者^[1-4]曾对水稻三系不育系的花粉败育作过研究，将其分为两种基本类型，即无花粉型和

核败育型^[4]。作者在描述无花粉型的细胞学特征时指出,在不同的颖花中,其败育形式各种各样,包括不能形成花粉母细胞,减数分裂没有典型的前期变化,不形成四分体,形成四分孢子继续进行无丝分裂等,在成熟花药中无花粉。败育型则均减数分裂正常,败育发生小孢子发育的不同阶段;“野败型”在单核期,“滇一型”在二核期,从日本引进的“包台”不育系则在三核时期。徐树华^[5]对我国水稻的主要雄性不育类型的花粉败育进行了详细的细胞学观察,结果表明,“野败型”的花粉败育主要发生在单核小孢子分裂前后;“红连型”主要败育在二核期;“滇一型”主要败育在雄配子体形成前后。昆植 S-1 的花粉败育与上述作者报道的类型和败育过程均不同,既不属于 Laser 等的单子叶植物类型,也不属于无花粉型,更不属于徐树华报道的三种类型。而是一种至今从未见报道的水稻雄性不育系花粉败育的新类型。基于其在形成花粉时,仍然以未分化的二核及多核形式存在,故我们将命名为“核增生型”败育类型。

昆植 S-1 花粉不育的始因在于减数分裂末期 I 和末期 II 不能正常形成细胞板,因而不能分化形成四分孢子,始终以多核的细胞存在。虽然其后它们也多陆续形成各种各样的花粉壁和萌发孔,但不过是一些徒有其貌而无其实的不育花粉而已。基于其不育始于减数分裂及减数分裂过程的不可逆转性。因此,即使是在减数分裂之后出现可育的温、光条件,也不可能使花粉恢复育性。所以说,这“核增生型”不育系是败育早,败育整齐一致和风险最小的不育系,在选育两用不育系中最有价值。

此前,对水稻不育系的花粉败育途径的研究^[1,2,3,4]都表明,亲缘关系远,败育时间发生早,亲缘关系近,败育时期发生晚。昆植 S-1 不育系也符合这一基本规律,不过,上述的败育阶段早晚,都是指单核小孢子以后阶段而言。为什么同属于籼-粳杂交类的昆植 S-1 却比上述籼-粳杂交和野生-栽培杂交的水稻不育系的败育时期更早呢?我们推测,可能与生态型的差异有关。因为两亲本不仅存在籼粳亚种间的差异,还有水旱稻的差异以及对光温生态条件反应的差异。这诸多差异中,又可能是最后一种差异起主导作用,这一见解可能对杂交选育水稻两用核不育系有着重要的参考作用。

关于导致减数分裂的末期 I 和末期 II 不能形成细胞板的机制,目前已知某些药物(如秋水仙素)和低温(生物学下限低温)可以抑制细胞质中的微管蛋白组装成纺锤丝,而导致不能形成细胞板。此外, Satake 等^[6]指出,水稻在减数分裂开始时有 1 个对冷处理(6—8℃)的第二敏感期,可影响减数分裂发生异常。低温虽然可以导致细胞分裂的异常,但在自然界,尤其是在水稻花粉母细胞减数分裂时期,不可能出现上述实验条件下的极度低温。我们的实验(另文发表)还观察到,在不育的温、光临界值以上,温、光则表现出恢复育性的互补作用。因此,可认为导致“核增生型”花粉不育的不能形成细胞板的原因,不只是温度,而是温、光互作的结果,控制细胞板形成的基因只有在适宜的温、光条件下才能表达。

参 考 文 献

- 1 朱国英,1979。作物学报,5(4):29—38
- 2 徐树华,1980。作物学报,6(4):225—230
- 3 徐树华,1982。中国农业科学,2:9—14
- 4 湖南师范学院生物系水稻组,湖南长沙市农科所水稻组,1978。中国农业科学,3:1—7

- 5 Laser K L and N R Lersten, 1972. Bot. Rev., 38(3): 425—454
6 Satake T and H Hayase, 1974. Proc. Crop. Sci. Soc., Japan, 43(1): 186—192

A Cytological Observation on the Pollen Abortion in the Bilinear Nuclear Sterile Strain of the New-type Uplandrice Kunzhi S-1^①

Wu Shibin

(*Kunming Institute of Botany Academia
Sinica 650204*)

Sun Youming Zhou Kaiyuan Wan Jianhui

(*Xishuangbanna Tropical Botanic
Garden 666303*)

Abstract

The course of the pollen abortion in a dual usage nuclear sterile strain the new-type upland rice Kunzhi S-1 is reported in this paper for the first time.

Under the light-temperature condition below the sterility critical level, the meiosis of pollen mother cells of this sterile line did not form cell plates, consequently could not form normal dyads and tetrads, but formed 4,6,8,16 or even more polynucleate cells. The nuclei in these polynucleate cells soon disorganized after the formation of pollen walls; Their inclusion exuded out; The pollen grains adhered together and ended in abortion. According to the characteristics described above the process is referred to as "hyperplastic" pollen abortion.

Key words Upland rice, Nuclear sterile line, Meiosis, Pollen abortion

① Received October 15, 1992