

# 小麦 K、V 型胞质雄性不育系 F<sub>2</sub> 群体育性分离多态性

谢迎秋 孙兰珍 王海峰

(山东农业大学农学系, 泰安 271018)

**摘 要** 利用 4 个不育系与 7 个恢复系对 K、V 型不育系育性恢复遗传进行了分析。结果表明, F<sub>1</sub> 育性恢复表现为显性遗传, F<sub>2</sub> 群体育性分离呈现多态性。K83(21)35A、K149A、V149A 三个不育系的育性恢复均受两对基因控制, V83(21)35A 的育性恢复所需基因数目在不同遗传背景中不同。同一恢复系在 K83(21)35A 和 V83(21)35A 两种不同遗传背景中表现不同的育性分离。分析 F<sub>2</sub> 育性分离多态性的原因, 认为主要与不育系本身细胞质和细胞核基因组的双元调控、微效基因、修饰基因以及基因间互作等遗传因素有关。

**关键词** 普通小麦 雄性不育 遗传

1978 年日本常胁等通过核置换把普通小麦品种萨尔蒙(Salmon)及斯卑尔脱小麦(*T. spelta*)、莫迦小麦(*T. macha*) 细胞核导入粘果山羊草(*Ae. kotschy*) 细胞质, 首次获得了 K 型不育系<sup>[1]</sup>。杨天章于 1988 年转育成功了具有偏凸山羊草(*Ae. ventricosa*) 细胞质的 V 型不育系<sup>[2]</sup>。大量研究表明, 实现 K、V 型不育系的生产应用面临的主要问题是, 恢复度高的优良恢复源少, 因此, 国内外学者纷纷开展了育性恢复机制的研究。然而, 不同学者报道的结果不尽一致。常胁 1978 年利用中国春小麦双端体分析后, 认为 K 型不育系的育性恢复受一对完全显性基因控制<sup>[1]</sup>。刘曙东等利用 K 型不育系与恢复系杂交 F<sub>2</sub> 代及回交一代分离群体进行遗传分析, 发现 K 型不育系的育性恢复基因为两对<sup>[3]</sup>。孙兆全研究表明, K 型不育系的恢复系中, 恢复度高的具有两对恢复基因, 恢复度低的具有一对恢复基因<sup>[4]</sup>。V 型不育系的育性恢复遗传研究未见报道。本文采用不育系与恢复系杂交 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 群体, 对 K、V 型不育系育性恢复遗传进行了分析。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

不育系: K149A、V149A、K83(21)35A、V83(21)35A; 保持系: 149B、83(21)35B; 恢复系: 龙口 78-3、济南 13、8401305、小偃 5 号、太 106、豫麦 14、PH82-2-2。

### 1.2 方法

1993 年 10 月 15 日在山东农业大学农场种植不育系、保持系及恢复系, 行长 2 m, 行距 25

cm, 株距 6.6 cm。田间管理同大田。1994 年 5 月用不育系和恢复系杂交组成  $F_1$ , 同年分别秋播于农场试验田。对  $F_1$  植株开花前进行杂交(杂种  $F_1$  与保持系杂交, 简称  $F_1BC_1$ , 由于 1B/1R 易位染色体通过雌配子传递率比雄配子高<sup>[4]</sup>, 本文采用反交验证  $F_2$  分离), 同时套袋自交, 每组合 10 株, 每株 3 穗, 收获后考查恢复度。恢复度按国内法计算, 公式如下:

$$\text{恢复度}(\%) = \frac{\text{每穗能结实小穗基部两朵小花结实数}}{\text{每穗能结实小穗数} \times 2} \times 100$$

1995 年 10 月播种  $F_2$  及  $F_1BC_1$  种子, 1996 年 5 月对  $F_2$  及  $F_1BC_1$  代植株开花前每株套袋 1 穗, 开花后 25 d 考查恢复度, 依据曲线低谷法<sup>[5]</sup> 划分育性, 低于 5% 的为不育株, 其余为可育株, 最后进行遗传假设, 并作  $\chi^2$  检验。

## 2 结果与分析

杂种  $F_1$  的育性恢复反应列于表 1。除豫麦 14 对 K、V 型不育系恢复度低于 70% 外, 大多数  $F_1$  恢复度在 70% ~ 95% 之间, 初步表明育性恢复基因为显性遗传。

表 1 K、V 型杂种  $F_1$  育性恢复度 %

| 恢 复 系    | 不 育 系  |        |              |              |
|----------|--------|--------|--------------|--------------|
|          | K 149A | V 149A | K 83(21) 35A | V 83(21) 35A |
| 龙口 78-3  | 88.0   | 91.0   | 80.6         | 84.0         |
| 济南 13    | 87.0   | 87.4   | 79.3         | 86.0         |
| 8401305  | 91.0   | 93.0   | 81.8         | 84.2         |
| 小偃 5 号   | 82.0   | 10.3   | 82.0         | 8.7          |
| 太 106    | 76.1   | 80.8   | —            | —            |
| 豫麦 14    | 49.0   | 29.0   | —            | —            |
| PH82-2-2 | 76.5   | 70.0   | 79.0         | 70.7         |

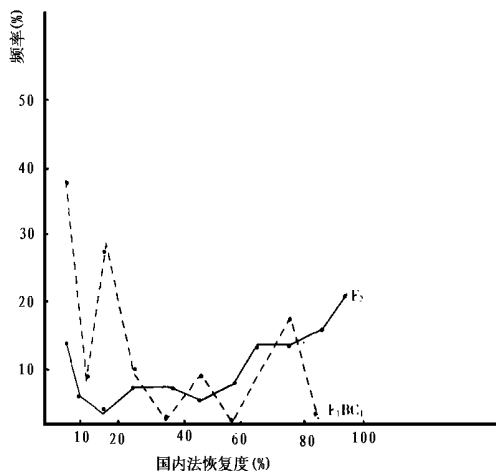


图 1 V83(21) 35A/龙口 78-3  $F_2$  及  $F_1BC_1$  的育性分布

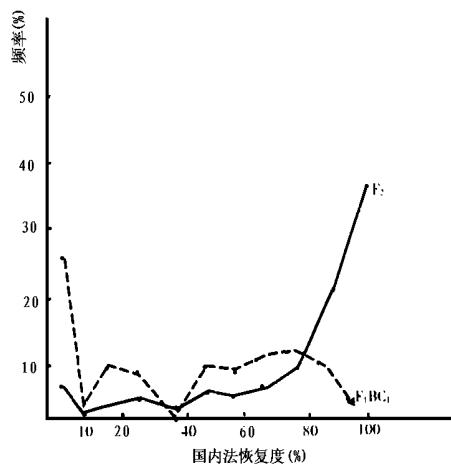


图 2 K83(21) 35A/龙口 78-3  $F_2$  及  $F_1BC_1$  的育性分布

表 2 不育系与恢复系杂交代育性分离模式

| 世 代   | 不育株 | 可育株和<br>部分可育株 | 总株数 | $\chi^2$ | P           | 遗传<br>比率 |
|---|-----|---------------|-----|----------|-------------|----------|
| (K83(21)35A/ 龙口 78-3) F <sub>2</sub>            | 13  | 206           | 219 | 0.0763   | 0.80 ~ 0.70 | 1 15     |
| (K83(21)35A/ 龙口 78-3//83(21)35B) F <sub>1</sub> | 24  | 71            | 95  | 0.0034   | > 0.95      | 1 3      |
| (V83(21)35A/ 龙口 78-3) F <sub>2</sub>            | 27  | 195           | 222 | 20.9789  | —           | 1 3      |
| (K83(21)35A/ 济南 13) F <sub>2</sub>              | 8   | 154           | 162 | 0.4263   | 0.70 ~ 0.50 | 1 15     |
| (K83(21)35A/ 8401305) F <sub>2</sub>            | 10  | 175           | 185 | 0.2086   | 0.70 ~ 0.50 | 1 15     |
| (V83(21)35A/ 8401305) F <sub>2</sub>            | 39  | 152           | 191 | 2.1379   | 0.20 ~ 0.10 | 1 3      |
| (K83(21)35A/ 小偃 5 号) F <sub>2</sub>             | 7   | 211           | 218 | 3.4160   | 0.10 ~ 0.05 | 1 15     |
| (V83(21)35A/ 太 106) F <sub>2</sub>              | 10  | 141           | 151 | 0.0408   | 0.90 ~ 0.80 | 1 15     |
| (K83(21)35A/ 豫麦 14) F <sub>2</sub>              | 15  | 136           | 151 | 3.5377   | 0.10 ~ 0.05 | 1 15     |
| (K149A/ 龙口 78-3) F <sub>2</sub>                 | 5   | 196           | 201 | 4.8787   | 0.05 ~ 0.02 | 1 15     |
| (K149A/ 8401305) F <sub>2</sub>                 | 8   | 167           | 175 | 0.8769   | 0.50 ~ 0.45 | 1 15     |
| (K149A/ PH82-2-2) F <sub>2</sub>                | 9   | 204           | 213 | 2.0308   | 0.20 ~ 0.10 | 1 15     |
| (V149A/ 8401305) F <sub>2</sub>                 | 9   | 171           | 180 | 0.4800   | 0.50 ~ 0.40 | 1 15     |
| (V149A/ 济南 13) F <sub>2</sub>                   | 4   | 107           | 111 | 1.3722   | 0.30 ~ 0.20 | 1 15     |

F<sub>2</sub> 分离群体恢复度调查结果表明, 各组合 F<sub>2</sub> 中恢复度在各育性区间范围内均有分布, 呈现连续的 4 峰分布(图 1、图 2), 这与典型的质量性状 F<sub>2</sub> 分离情况有所不同, 初步说明 K、V 型不育系育性恢复不仅受核内主基因控制, 而且还受修饰基因的影响。

$\chi^2$  检验进一步表明(表 2), F<sub>2</sub> 群体育性分离呈现多态性, 不同的遗传背景下, 不育株和可育株的育性分离比例有所不同。从不育系角度讲, K83(21)35A、K149A、V149A 3 个不育系在恢复系龙口 78-3、8401305 核背景下, F<sub>2</sub> 不育株 可育株表现为 1 15 的比例, 说明这 3 个不育系在上述两个恢复系背景下, 育性恢复受两对基因控制。但 V83(21)35A 的育性恢复遗传较复杂, 在不同遗传背景中表现不同的育性分离。如在恢复系太 106 核背景下, 育性分离表现为两对基因的分离比例; 在 8401305 核背景下, 表现为 1 对基因的分离比例, 而在龙口 78-3 核背景下, 育性分离不符合典型的孟德尔分离比例。

从恢复系角度讲, 结合表 1 结果, 我们发现, 不论是高恢系(如济南 13、龙口 78-3)还是低恢系(如豫麦 14), 其育性恢复基因分离在 K83(21)35A、K149A 或 V149A 遗传背景中表现为两对基因的分离比例, 因此育性恢复性可能与恢复基因数目无关, 与傅强<sup>[6]</sup>的研究结果一致, 而与孙兆全的报道不同<sup>[4]</sup>。我们还发现, 同一恢复系在 K83(21)35A 和 V83(21)35A 两种不同遗传背景中表现不同的恢复基因分离, 似乎表明育性恢复基因在不同的母本遗传背景中的表达不同, 这与周开达的研究结论一致<sup>[7]</sup>。由此可初步推测, 育性恢复的机制可能在于恢复基因和特定的不育基因型之间的互作, 从而调控恢复基因的表达。

### 3 讨论

在育性恢复性的遗传分析研究中, 不同研究者往往采用不同的划分标准来确定不育株及

可育株。雷建勋建议,对主基因控制的恢复性进行遗传分析宜采用曲线低谷划分法<sup>[5]</sup>,通常把低于 5% 作为不育株划分的标准。薛光行认为,实施 5% 为界的方法将遇到困难,因划出的低值子群与败育群差之甚远,而很难分析所得结果的内涵<sup>[8]</sup>。

但育性群体的人为划分并不是决定  $F_2$  育性分离多态性的绝对因素。周开达<sup>[7]</sup>研究发现,同一不育系或恢复系在不同杂交组合中,其育性分离情况明显地不同,他认为这是因为同一不育系或恢复系在不同的杂交组合中,可能表现出不尽相同的育性基因型。而孙兆全研究结果表明<sup>[4]</sup>,不同恢复系遗传背景下  $F_2$  育性分离不同与恢复系本身恢复度高低有关。谢迎秋等<sup>[8]</sup>观察  $F_1$  代杂种染色体减数分裂得出结论,恢复系本身恢复基因所在的染色体正常配对与分离无关,表明恢复基因能稳定遗传。本文研究结果表明,  $F_2$  群体分离多态性不仅与父本遗传背景有关,还与母本不育系本身细胞质和细胞核背景有关。因此,推测育性恢复的机制可能在于恢复基因在结构组成或功能表达水平上受母本细胞质和细胞核调控因子的二元调控。由于育性恢复是质量-数量性状<sup>[9]</sup>,因此育性分离多态性还与修饰基因、微效基因、抑制基因及基因互作等遗传因素有关。

## 参 考 文 献

- 1 Tsunewaki K, *et al.* On the decent of the cytoplasm of polyploid species in *Triticum* and *Aegilops*. Proceedings of the 5th International Wheat Genetics Symposium, 1978. 53 ~ 62
- 2 张改生 等. 偏型、粘型和易型小麦雄性不育系的初步研究. 作物学报, 1989, 15(1): 1 ~ 10
- 3 刘曙东 等. K 型小麦雄性不育体系育性恢复的遗传分析. 西北农业学报, 1992, 1(4): 27 ~ 30
- 4 孙兆全 等. K 型 1B/1R 易位小麦雄性不育系的育性恢复遗传. 见: 杂种小麦研究进展. 北京: 农业出版社, 1993, 87 ~ 92
- 5 雷建勋 等. 湖北光敏核不育水稻雄性不育系的遗传研究. 华中农业大学学报, 1990, 9(4): 420 ~ 428
- 6 傅强. 野败型杂交籼稻恢复基因的遗传研究. 福建农学院学报, 1985, 14(3): 194 ~ 202
- 7 周开达 等. 杂交水稻育性基因型初探. 四川农业大学学报, 1986, 4(1): 9 ~ 16
- 8 谢迎秋 等. 小麦 K、V 型胞质雄性不育育性恢复的细胞学研究. 西北植物学报, 1998, 18(1): 1 ~ 8
- 9 莫惠栋. 质量-数量性状的遗传分析——遗传组成和主基因基因型鉴别. 作物学报, 1993, 19(1): 1 ~ 6

# Studies on Polymorphism of Fertility Distribution Among Different F<sub>2</sub> Segregated Populations of K and V Types Male Sterility in Wheat (*Triticum aestivum*)

Xie Yingqiu Sun Lanzhen Wang Haifeng

(Department of Agronomy, Shandong Agricultural University, Taian 271018)

**Abstract** Fertility restoration heredity of K and V (with the cytoplasm of *Ae. kotschy* and *Ae. ventricosa* respectively) types of male sterile wheat was analysed with 4 male sterile lines and 7 restorer lines. In F<sub>1</sub>, fertility restoration expressed dominance trait, and in F<sub>2</sub> populations, the fertility segregation had polymorphism. Three male sterile lines (K83(21)35A, K149A and V149A) involved two pairs of genes, while the number of restorer gene of V83(21)35A was different in different genetic background. The fertility segregations of the same restorer lines were different in two different genetic background as K83(21)35A and V83(21)35A. The polymorphism of fertility segregation resulted from such factors as that two-unit control of cytoplasmic and nuclear genome background in male sterile lines, interaction of genes, minor gene and modifying gene.

**Key words:** Wheat; Male sterility; Inheritance