

## 水稻无侧根突变体 RM109 的显微结构及其根毛形态观察

于龙凤 郝再彬\* 苍晶

东北农业大学生命科学学院, 哈尔滨 150030

**摘要** 水稻原品种“大力”以 $\text{NaN}_3$ 诱变方法获得了稳定突变体 RM109。显微结构观察表明, RM109 种子根外表根毛稀少且短小, 无侧根发生, 而“大力”品种则有侧根发生, 且密生根毛。根毛观察比较显示, 距种子根根端 1 cm 处的 RM109 根毛数是“大力”品种的 19%, 差异极显著, 根直径与“大力”品种差异不显著; 距根端 8 cm 处的 RM109 根毛数和根直径分别是“大力”品种的 45% 和 79%, 二者差异极显著; 距根端 3 cm 处, RM109 最大根毛长是“大力”品种的 33%, 差异极显著; RM109 种子根根端到根毛发生区的长度, 与“大力”品种的差异不显著。

**关键词** 水稻; 无侧根突变体; 根毛; 形态学; 显微结构

## Observation on Microstructures and Root Hair Morphology of the Lateral Root Mutant RM109 of Rice (*Oryza sativa* cv. Oochikara)

YU Long-Feng, HAO Zai-Bin\*, CANG Jing

<sup>1</sup>College of Life Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China

**Abstract** The seeds of rice (*Oryza sativa* cv. Oochikara) were treated with  $\text{NaN}_3$  and the stable mutation RM109 was obtained. The observation of microstructure showed that seed roots of RM109 had no lateral roots and root hair was less and shorter, but cv. Oochikara had lateral roots and dense root hair. The root hair morphology of cv. RM109 was observed and compared. The results indicated that in the distance of 1 cm to the apical of seed root, the number of root hair of RM109 was 19% of cv. Oochikara, and the root diameters were not different from cv. Oochikara; in the distance of 8 cm, the number of root hair and the root diameters of RM109 were 45% and 79% of cv. Oochikara, in the distance of 3 cm, the length of the longest root hair was 33% of cv. Oochikara; but the length from the apical of the seed root to root hair initiation was not different.

**Key words** rice; mutation without lateral root; root hair; morphology; microstructure

根是吸收水、肥的器官, 发达的根系是植株生长的基础。对于植物来说, 水的吸收主要发生在根毛区和伸长区, 特别是根毛区。根毛生长不仅扩大根吸收水的面积, 而且能使根更紧密地接触土壤颗粒, 以利水分的吸收<sup>[1]</sup>。因此, 研究根毛的结构和形态很必要。迄今, 有关水稻种子根无侧根突变体根毛的形态尚未见报道, 而有关根的突变体也只是在番茄和模式植物拟南芥中有所研究, 已经先后找到了 *dgt*<sup>[2]</sup>、*tir3*<sup>[3]</sup>、*axr2*<sup>[4]</sup> 等基因。本文主要对水稻种子根无侧根突变体根毛的形态进行了观察, 根据根毛数和根毛长的变化探讨原品种与突变体的异同, 以期能为进一步探讨植物根系生长发育的基因调控<sup>[5]</sup>和生理功能奠定基础。

### 材料与方法

材料为粳稻(*Oryza sativa* cv. Oochikara)品种“大力”和  $M_6$  突变体 RM109。

“大力”品种种子用  $1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaN}_3$  处理

( $25^\circ\text{C}$ , 6 h), 育成小苗后田间栽培、繁殖, 获得  $M_2$  种子。再将  $M_2$  种子消毒催芽后, 播种于含  $1 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  2, 4-D 溶液 (pH 5.0) 的网上培养 (自然光照) 4 d。以根的长度显著长于“大力”为标准, 筛选出具有 2, 4-D 抗性<sup>[6]</sup>的植株, 移栽至土壤中, 获得  $M_3$  种子。再从  $M_3$  中进一步筛选侧根和根不发生向重力性异常的植株。同时,  $M_3$  到  $M_6$  各代均做 2, 4-D 抗性鉴定, 获得具有抗性稳定、侧根和根不发生向重力性异常的突变体。

用上述相同的方法在光照下培养“大力”品种和 RM109 各 30 粒 (每次重复 10 株, 3 次重复), 出苗 3 d 后观察根毛横切面大小。用相同方法, 每一材料取 20 粒种子, 在  $30^\circ\text{C}$  光照培养箱内进行暗培养, 播种 4 d 后调查根毛的长度和数目。

收稿 2004-10-12 修订 2005-04-19

资助 黑龙江省“十五”科技攻关项目 (GC01B309-02)。

\*通讯作者 (E-mail: haozb@163.com, Tel: 0451-55190002)。

材料固定、包埋和制片参照一井真比古<sup>[7]</sup>的方法。“大力”品种和RM109的种子根材料分别各取10条,横切和纵切各5条种子根,切片厚度为5 μm。调查距根端1和8 cm处的切片根毛数(条·周<sup>-1</sup>)、根直径、中心柱直径。用Olympus VANOX-S型显微镜观察、照相。

## 结果与讨论

### 1 距种子根根端1 cm和8 cm处根毛的数目和直径特性比较

距种子根根端1 cm处(图1-a~c)，“大力”品种根毛数8.4条·周<sup>-1</sup>左右, RM109为1.6条·周<sup>-1</sup>左右,是“大力”品种的19%,差异极显著;距根端8 cm处,“大力”品种根毛数每周11.0条·周<sup>-1</sup>左右, RM109为4.9条·周<sup>-1</sup>左右,是“大力”品种的45%,差异亦极显著; RM109根直径是“大力”品种的79%,差异显著;而距种子根根端1 cm处和8 cm处中心柱直径差异则不明显(表1)。

### 2 距种子根根端3 cm处根毛的长度和数目比较

调查距根端3 cm处根毛长度和数目的结果表明,“大力”品种根毛数为56条·周<sup>-1</sup>左右, RM109为32条·周<sup>-1</sup>左右,是“大力”品种的57%,差异极显著;“大力”品种最大根毛长

0.12 mm左右, RM109为0.04 mm左右,是“大力”品种的33%,差异极显著;根端到根毛发生区长度,“大力”品种和RM109之间差异不显著(表2)。

### 3 种子根的显微结构观察

在距根尖8 cm处成熟区纵切面的组织,“大力”品种有明显的侧根和侧根原基,侧根原基发生在中柱鞘部位,皮层薄壁细胞较宽,且中柱鞘部位染色较浅,表皮外密生较长根毛; RM109无侧根,也无侧根原基发生,其皮层薄壁细胞较窄,中柱鞘部位染色较深,表皮外根毛少而且短(图1-d)。“大力”品种成熟区横切面接近侧根的皮肤薄壁细胞组织不发生皮层崩溃,只有远离侧根的才发生; RM109没有侧根,皮层薄壁细胞组织发生崩溃,但不明显。“大力”品种的后生木质部导管I和导管II排列整齐; RM109的后生木质部导管I和导管II数量都有增加,且导管大小不一,排列散乱,中柱鞘细胞的细胞壁比“大力”厚,中心柱内的细胞层数和原生导管间中柱鞘细胞数明显比“大力”的少(图1-e)。RM109根导管数增加有利于提高水分和矿物质的转运效率,缓解因侧根少吸收能力弱的不足。

从根尖区组织分化过程来看,不同类型组织细胞的产生起源于细胞垂周的分化分裂。根内皮

表1 粳稻品种“大力”与RM109的根毛横切面大小比较

Table 1 Comparisons of the cross sections of root hair between *O. sativa* cv. Oochikara and RM109

水稻材料	距种子根根端1 cm处			距种子根根端8 cm处		
	根毛数/条·周 <sup>-1</sup>	根直径/μm	中心柱直径/μm	根毛数/条·周 <sup>-1</sup>	根直径/μm	中心柱直径/μm
“大力”	8.4±1.5	427.91±45.4	117.8±6.2	11.0±4.0	487.1±14.5	139.2±36.7
RM109	1.6±3.0(19)**	434.1±77.2(101) <sup>ns</sup>	112.1±17.9(95) <sup>ns</sup>	4.9±1.31(45)**	382.9±11.8(79)**	112.9±28.7(81) <sup>ns</sup>

\*\*表示  $P < 0.01$  显著水平, ns 表示不显著。表2 同此。

表2 粳稻品种“大力”与RM109种子根根毛的数目和长度比较

Table 2 Comparisons of numbers and lengths of root hair between *O. sativa* cv. Oochikara and RM109

水稻材料	根端到根毛距离/cm	根毛数/条·周 <sup>-1</sup>	最大根毛数/mm
“大力”	1.45±0.25	56±11	0.12±0.03
RM109	1.68±0.54(116) <sup>ns</sup>	32±5(57)**	0.04±0.06(33)**

根毛数、最大根毛长的值是距种子根根端3 cm附近1 mm间距的测量值。

层的产生是受基因控制的发育过程<sup>[1]</sup>。在拟南芥的 *shr* 和 *scr* 两种突变体中,根的表皮和中柱鞘之间只有一层薄壁细胞,并不像正常植株那样具有两层细胞——皮层和内皮层。其突变是由于内皮层细胞分化必需的 *SHR* 基因发生了突变之故<sup>[1]</sup>。据此推测,本文中无侧根水稻突变体 RM109 的突变可能是控制侧根发生的某种相关基因发生突变的缘故。这方面的工作,我们正在进行之中。

RM109在距根尖1 cm处的表皮细胞,排列散乱,细胞壁变厚,细胞染料着色浅。观察种

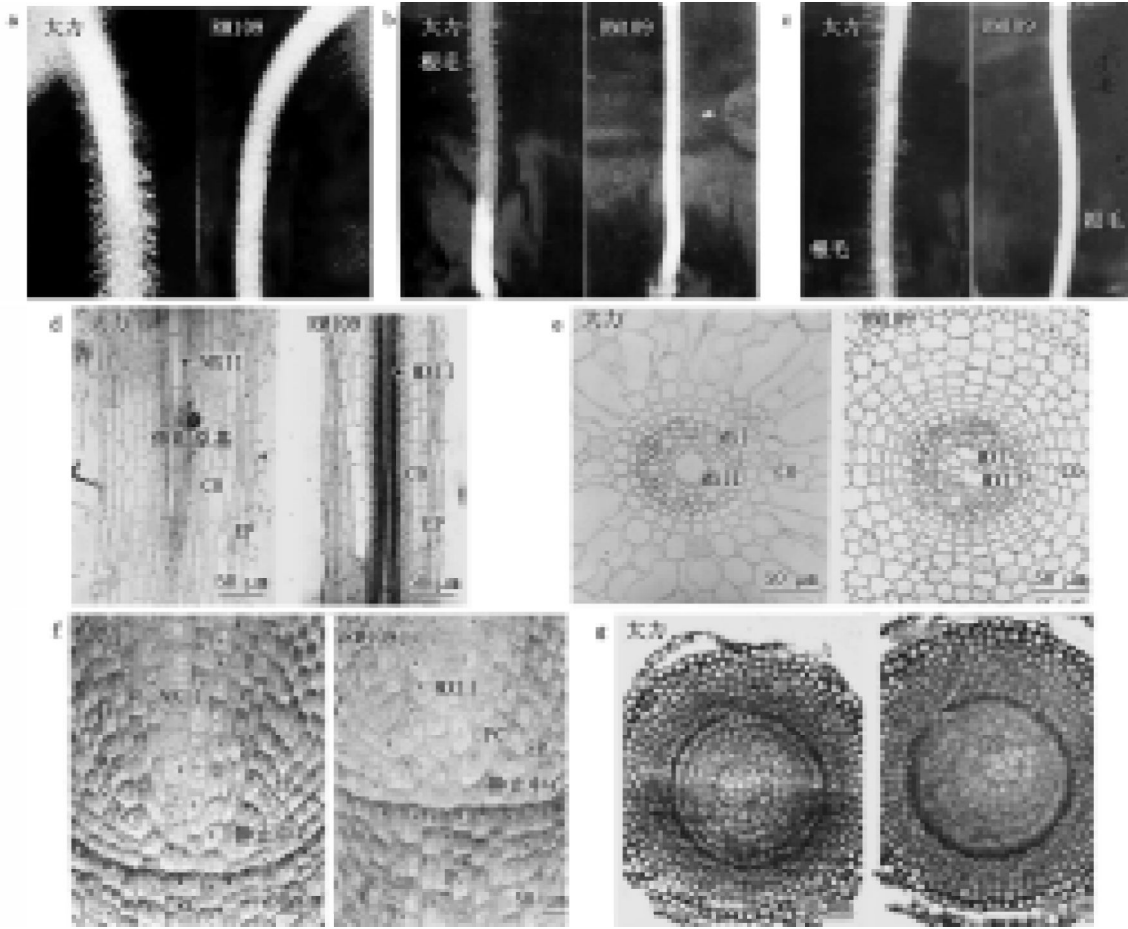


图1 粳稻品种“大力”和RM109种子根不同部位的形态及其显微结构

Fig. 1 Shapes and microstructures of different parts of seed root of *O. sativa* cv. Oochikara and RM109

用 Olympus VANOX-S 型显微镜放大(20×)。C0: 皮层薄壁组织; MX I: 后生木质部导管 I; MX II: 后生木质部导管 II; EP: 表皮细胞; PC: 根冠细胞; RC: 根冠。a: 种子根根部的根毛形态; b: 根尖 1 cm 长的种子根区段根毛形态(根端); c: 根尖 1 cm 长的种子根区段根毛形态(根端附近); d: 种子根成熟区纵切面(距根尖 8 cm 处); e: 种子根成熟区横切面(距根尖 8 cm 处); f: 种子根根尖纵切面(距根尖 0.5 cm 处); g: 种子根根尖横切面(距根尖 0.5 cm 处)。

子根根尖的纵切面的结果表明,“大力”品种细胞排列紧密,细胞内的淀粉体明显,位于细胞正下方;RM109 细胞排列则不紧密,细胞内的淀粉体多集中于细胞的一角,根冠细胞的长和宽度都明显比“大力”品种小(图 1-f)。从种子根根尖横切面来说,“大力”品种细胞排列紧密,细胞内的淀粉体明显,淀粉体分布均一;RM109 细胞排列不紧密,细胞内的淀粉体集中于细胞内一侧(图 1-g)。突变体 RM109 根冠细胞中淀粉体分布的这一特点,对进一步研究植物根系的向重力性(包括航天搭载状态下的)是有一定的价值的。

#### 参考文献

- 1 武维华. 植物生理学. 北京: 科学出版社, 2003. 47~49, 254~256
- 2 Zobel RW. Genetics of the *dgt* mutant in the tomato. *J Hered*, 1972, 63: 91~97
- 3 Ruegger M, Dewey E, Hobbie L et al. Reduced naphthyl-phthalamic acid binding in the *tir3* mutant of *Arabidopsis* is associated with a reduction in polar auxin transport and diverse morphological defects. *Plant Cell*, 1997, 9: 745~757
- 4 Timpte C, Wilson AK, Estelle M. The *axr2-1* mutation of *Arabidopsis thaliana* is a gain-of-function mutation that disrupts an early step in auxin response. *Genetics*, 1994, 138: 1239~1249
- 5 郝再彬, 苍晶, 孙鑫. 水稻无侧根突变体 RM109 冠根的解剖学观察. *核农学报*, 2002, 16 (1): 15~19
- 6 郝再彬, 一井真比古. 無側根及び重力屈性異常を示すイネ突然変異体 RM109 の形態的特性及び遺伝解析. *日本作物紀事*, 1999, 68 (2): 245~252
- 7 一井真比古. 細胞・組織の観察. 见: 谷坂隆俊編. 植物遺伝育種学実験法. 東京: 朝倉書店, 1995. 56~58