

谷子Ch型显性雄性核不育花药发育的细胞形态学研究

刁现民 杜瑞恒 王天宇 王朝斌 石艳华

(河北省农林科学院谷子研究所, 石家庄 050031)

(内蒙古赤峰农科所, 赤峰 024031)

摘 要

对谷子Ch型显性雄性核不育花药发育的细胞形态学观察发现,其杂合株花粉发育正常,但开花时花药不开裂;纯合株自造孢细胞期到花粉积累淀粉时均有败育发生,但主要在小孢子期;杂合株的药室壁细胞药隔发育正常;纯合株的药室壁细胞药隔则发生各种异常,可以认为这是其雄性败育的原因。

关键词 显性雄性核不育 小孢子发生 药隔维管束

胡洪凯等(1986)发现了谷子Ch型显性雄性核不育材料,这对谷子杂种优势利用和遗传育种研究有重要意义。杂合Ch显性雄性不育株与其系内姊妹可育株杂交,得到不育和可育为1:1的群体,不育株仍为杂合基因型(Chch);该不育材料在海南具有一定的自交结实率,1:1群体中的杂合不育株在海南自交得到不育和可育为3:1的群体,并可以连续自交选择得到基因型纯合(ChCh)的全不育群体。刁现民(1988)对其1:1群体中的杂合不育株进行了初步研究,但未观察纯合不育株的表现。本研究旨在全面系统地观察Ch型不育材料的败育表现,找出其败育时期、形式和可能的原因,为杂种优势利用和遗传育种研究提供理论依据。

材料和方法

供试材料为Ch型显性雄性核不育的1:1群体中杂合不育株,纯合不育株(自交四代以上),3:1群体中的不育株,以1:1群体中的正常可育株为对照。材料种植于河北省农科院谷子所试验场和赤峰市农科所试验场。1988年和1989年两年重复。

开花时观察不育株花丝的伸长、花药的外部形态等状况,并同正常可育株相比较。开花初期时以小穗码为单位用F·A·A固定液固定18~20小时,然后转入5℃冰箱中保存。用1%铁醋酸洋红压片观察小孢子母细胞的减数分裂,I-KI染色测定花粉的生活力。石蜡切片厚度8~10μ,用海氏苏木精染色法或苯胺蕃红固绿双重染色法染色,用PAS反应观察花粉

的淀粉积累过程。

以普通光学显微镜观察, 并进行显微摄影。

结果与分析

一、杂合不育株花药发育的观察

1:1群体中的杂合雄性不育株的花药发育从外部形态上, 同正常可育株基本一致, 花药的形状、大小、颜色均相同。但开花时花药伸出后不开裂, 花粉不能散出, 剖开花药授粉, 花粉具有受精能力。

杂合不育株减数分裂期的醋酸洋红压片发现, 极少数花药在减数分裂形成的左右对称形四分体(正常形)中, 掺杂有T形、一字形或蝶形四分体, 这同以前的研究结果是一致的, 而且这种非正常四分体在分蘖穗上的花药中出现频率高于主茎穗上花药。杂合不育株的小孢子发生和形成、药室壁细胞行为、药隔维管束等均未见异常, 开花期药室内形成染色和形状都正常的三核花粉, 但药室开裂处不形成开裂腔, 药室不能开裂散出花粉, 造成雄性败育(图-1)。

二、纯合不育株花药发育的观察

1. 外部形态观察

从外部形态上看, 谷子Ch型显性核不育纯合株花药发育的早期, 同正常可育株基本一致。开花期肉眼观察花药的大小和形状也接近正常, 在放大镜和解剖镜下比较观察, 纯合不育株的多数花药较为瘦小, 药室不饱满, 部分花药同正常可育株差别不明显。纯合不育株花药伸出后也不开裂, 两天后由桔黄色变为黑褐色。

2. 药室内细胞发育的观察

切片观察发现纯合不育株的雄性败育自造孢细胞期到淀粉开始积累时各时期均有败育发生, 但多数败育集中在小孢子期, 同一植株的不同小花间, 同一小花的不同花药间, 以及同一花药的不同药室间, 在败育与否、败育时期和方式上差异很大。约占2.4%的药室在造孢细胞期分化发育紊乱, 正常的花粉母细胞、绒毡层和中层等壁细胞不能形成, 药室小且不规则(图-2)。表现为花粉母细胞期败育的药室约占总数5%, 败育形式为花粉母细胞退化解体, 留下空药室腔, 绒毡层细胞发生液泡化或肥大生长(图-3)。占11%的药室其花粉母细胞能完成正常的减数分裂, 形成小孢子, 但小孢子尚未形成初生壁就解体消失, 这种形式的败育往往伴随着绒毡层细胞的排列变乱和不规则退化(图-4)。切片处于小孢子期的花药, 约占74%表现为败育, 不同药室间败育早晚不尽相同, 以大液泡期败育的较多, 败育形式表现为小孢子的原生质体解体, 留下初生壁(图-5, 6)。小孢子败育后, 药室变为皱缩不规则状, 药室腔缩小并含有小孢子退化的遗留物(图-7)。少数花药的一个、两个或三个药室内有部分花粉能发育为正常可染花粉(图-8)。纯合不育株中有极个别花药的发育同杂合株一致(图-9)。开花期I-KI压片检查, 大多数花药内无花粉或有少许不着色败育花粉。约占总数7%的花药内含正常可染花粉。

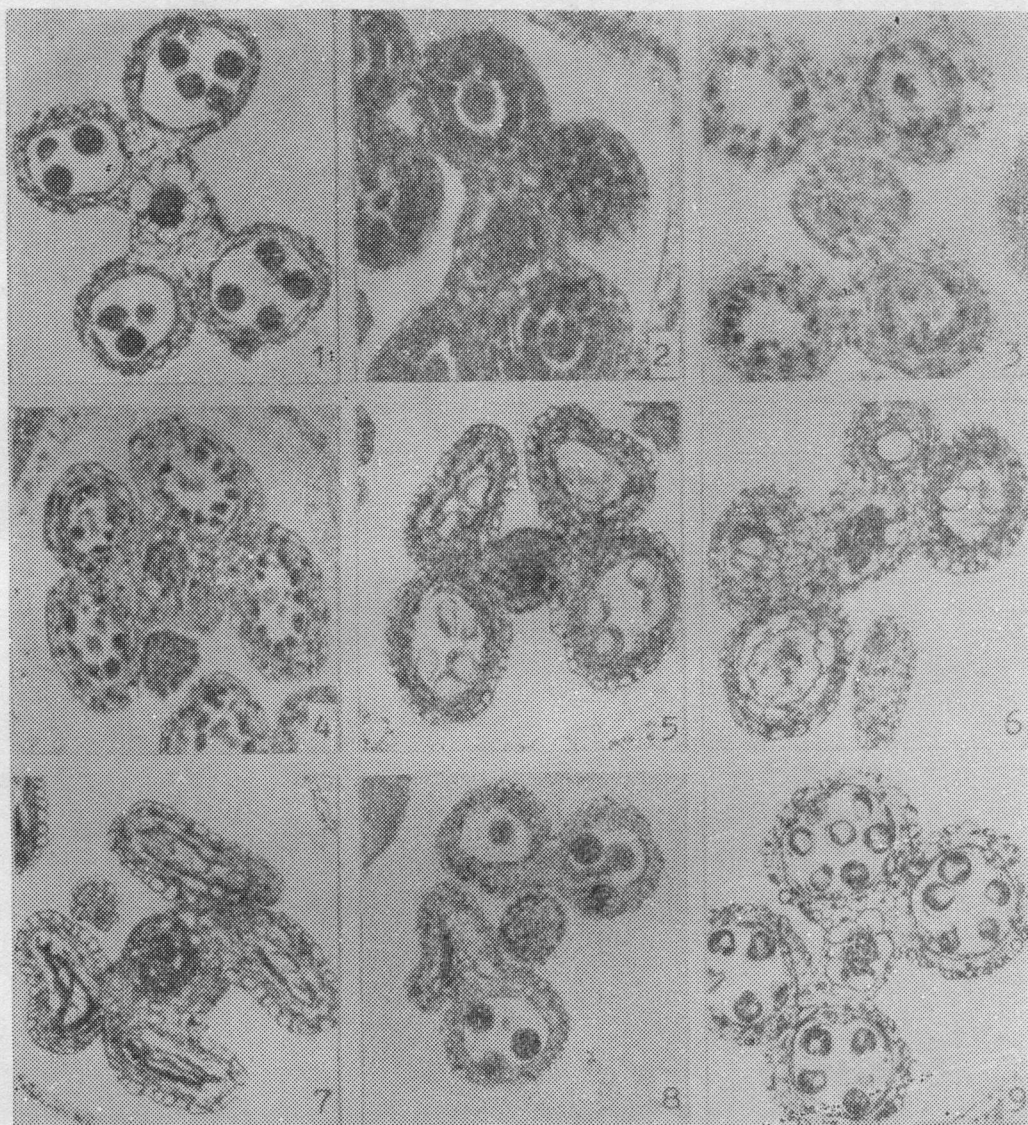


图 Ch型显性雄性核不育花药发育的细胞形态观察结果

1. 杂合株开花期花药横切, 药隔及花粉发育均正常 ($\times 140$); 2. 纯合株早期的药室异常 ($\times 320$); 3. 纯合株小孢子母细胞的解体及绒毡层异常 ($\times 312$); 4. 示纯合株减数分裂后小孢子解体及绒毡层紊乱 ($\times 140$); 5. 纯合株小孢子期的败育表现及药隔异常 ($\times 120$); 6. 示纯合株药室内细胞退化后的壁细胞异常和药隔异常 ($\times 132$); 7. 开花期纯合株花药横切, 药隔异常, 药室皱缩 ($\times 130$); 8. 具正常可育花粉的纯合株花药 ($\times 110$); 9. 药隔及花粉发育正常的纯合株花药 ($\times 164$)。

3. 药隔维管束及药室壁细胞的发育观察

药室内细胞败育的纯合不育株的花药药隔表现较为一致, 均为维管束鞘细胞不能形成或形成不规则 (图-2, 4, 5, 6, 7)。一些花药的维管束分化不良 (图-6), 但也有有的维管束部分分化未见明显异常 (图-5, 7)。药室内细胞发育正常的花药, 其药隔维管

束发育正常(图-9)。因此可以认为造成雄性败育的重要原因是其药隔维管束异常;不能有效地进行营养物质的输送。表现花粉母细胞退化和小孢子早期败育的药室,绒毡层往往发生液泡化、排列紊乱、不规则退化等(图-3,4,6)。绒毡层异常和药室内细胞败育二者发生的先后及二者关系,本研究未能搞清,有待进一步探讨。

三、3:1群体不育株的花药发育

对Ch型显性核不育3:1群体中的不育株进行压片和切片观察发现,不育株的药室内细胞败育具有杂合株和纯合株两种方式,同前述的1:1群体中杂合株或纯合株败育表现相同。两种败育方式按理论值杂合株同纯合株为2:1的分离比例,实际观察结果同理论值经 χ^2 适合性测验是一致的(表1)。

表1 3:1群体中不育株两种败育方式 χ^2 测验

年 份	总株数	杂合败育株数	纯合败育株数	χ^2_c	$\chi^2_{0.05,1}$
1988	74	46	28	0.4764	3.84
1989	102	64	38	0.5404	3.84

讨 论

1. 药隔维管束异常是造成Ch型纯合株药室内细胞败育的原因。过去的许多研究认为,药隔维管束异常是造成雄性败育的原因[4,5,6],但也有的雄性不育材料药隔未见异常[3]。本研究中Ch型纯合株表现败育的花药,其药隔维管束均分化不良,特别是维管束鞘细胞不能形成,而杂合不育株的药隔是正常的。其药室内细胞也不发生败育;纯合不育株中药室内细胞发育正常的花药药隔也正常。由此可以认为药隔维管束异常造成营养物质运输的缺乏是其雄性败育的原因。

2. 纯合不育株与杂合不育株败育表现不同是Ch型显性核不育的一大特点:一般显性核不育仅具有杂合基因型植株,而谷子Ch型显性核不育因在海南能部分自交结实而得到纯合基因型植株。杂合不育株花粉发育正常但花药不能开裂,其花药不开裂的原因是不能形成开裂腔[2]。纯合株的败育表现则为药室内细胞的败育。这说明该雄性不育基因在纯合状态和杂合状态下的作用是不同的,可能是一种基因作用的剂量效应或类似纯合致死的作用,作用机理有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 胡洪凯等:谷子显性雄性不育基因的发现,《作物学报》,12(2):1986:73--78
- [2] 习现民:谷子雄性不育和雌性不育花药发育的细胞形态学研究,《华中农业大学研究生论文集》,1988
- [3] 北京大学生物系遗传组:雄性不育和雌性不育小麦花药和花粉发育的细胞形态学观察,《作物学报》,18(2):1976:141--147
- [4] 徐树华:水稻雄性不育系及其保持系颖花输导组织的比较观察,《中国农业科学》,1984(2):14--18

- [5] 卢永根: 水稻诱导细胞核雄性不育突变体的细胞学观察, 《中国科学》B辑, 1984 (4): 321—327
- [6] 李祥义等: 太谷核不育小麦雄性败育过程的细胞形态学研究, 《作物学报》, 9 (3) 1983: 153—156
- [7] Chauhan, S. V. S., et al. Anther ontogeny in genic, cytoplasmic and chemically induced male sterile plants, Japan. J. Breed 30 (2) 1980: 117—124
- [8] Palmer, R.G., et al: Genetics and cytology of the ms3 male-sterile soybean. The Journal of Heredity 1980 (71): 343—348
- [9] Stelly, D. M. et al: Variable development in anthers of Partially male-sterile soybeans The Journal of Heredity 1982 (73): 101—108
- [10] Weaver, J.B. et al: Histological studies on five male-sterile strains of upland cotton, Crop Sci 1974 (14): 658—663

Cytomorphological Study on Anther Development of Ch Dominant GMS Plants in Foxtail Millet

Diao Xianmin Du Ruiheng Wang Tianyu

(Millet Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences,
Shijiazhuang)

Wang Zhaobin Shi yanhua

(Chifeng Municipal Institute of Agricultural Sciences, Chifeng, Inner-Mongolia)

Abstract

Anther development of Ch dominant male sterile plants in foxtail millet (*Setaria italica* Bev.) had been studied cytomorphologically, the obtained results are summarized as follows, the anther development of Ch heterozygotic plants was completely different from that of homozygotic plants. Anthers of heterozygotic plants can normally develop into mature pollen stage, but its chambers can't open because of without forming open space. Anthers of homozygotic plants could abort at every stage of its development; 1. The degeneration of sporogenous cells and pollen mother cells, 2. The disorganization of microspores, 3. The abortion of pollen developing at late stage. But a few anther of homozygotic plants can normally form mature pollen. The vascular bundles and tapetal cells of aborted anther showed abnormal and disorganization.

Key words: Dominant GWS; Microsporogenesis; Vascular bundle