

雄性不育和可育大麦花药和花粉 的细胞学比较研究

刘凤珍* 韩海 栗仲兴

屠骊珠 李勇

(内蒙古农业科学院, 呼和浩特 010030)

(内蒙古大学生物系, 呼和浩特 010021)

摘 要 本文对大麦雄性不育和可育花药形态和花粉发育进行了细胞胚胎学比较研究; 结论如下:

1. 可育和不育大麦的花药在外部形态上有明显区别, 主要在于不育花药基部成为戟形, 且开花时花药变得瘦小。

2. 可育大麦的花粉发育类同于一般的禾本科植物。而不育花粉不能发育到二核期, 并很快解体形成“无花粉型”花粉; 其小孢子和雄配子体发育过程中有几种异常现象: (1) 早期发生异常; (2) 绒毡层过早退化; (3) 属绒毡层解体较晚者, 小孢子能发育到二细胞阶段, 但形态扭曲, 内含物贫乏。

3. 可育的药壁发育正常同于单子叶型, 直到2细胞花粉粒时期绒毡层才全部退化。而雄性不育药壁发育异常, 主要体现在绒毡层早期退化或药壁分化不完全。

关键词 大麦 雄性不育 雄性可育 花药 花粉 细胞学

1966年D. D. Cass [5] 和C. L. Kaul [6] 对大麦 (*Hordeum vulgare* L.) 胚胎学做了报道, 但未见对大麦雄性不育和可育的细胞胚胎学进行比较研究。本文从可育和不育花药的形态学、小孢子发育和雄配子体形成作细胞胚胎学比较研究, 目的是为了探索雄性不育的形态学特点和机理, 为选、育种实践提供理论依据。

材料和方法

供试材料是内蒙古农科院大麦试验田“禾色依”大麦自由授粉分离出的可育株和不育株, 用普通大麦“付8”做对照, 于1990年6月4日至16日, 根据不同孕穗期陆续进行取材, 固定于卡诺液中, 然后保存于70%酒精中备用。新鲜材料压片, 并采用醋酸洋红染色。石蜡法制片, 铁矾—苏木精染色, 切片厚度8~10 μ m。

观察结果

一、花药的外部形态

不育株花药的外部形态在发育早期就与可育株有明显区别，其显著的特点是花药基部交叉，形如戟状（见图 2—1），开花时，花药比开花前瘦小，不开裂且无花粉，花丝与正常

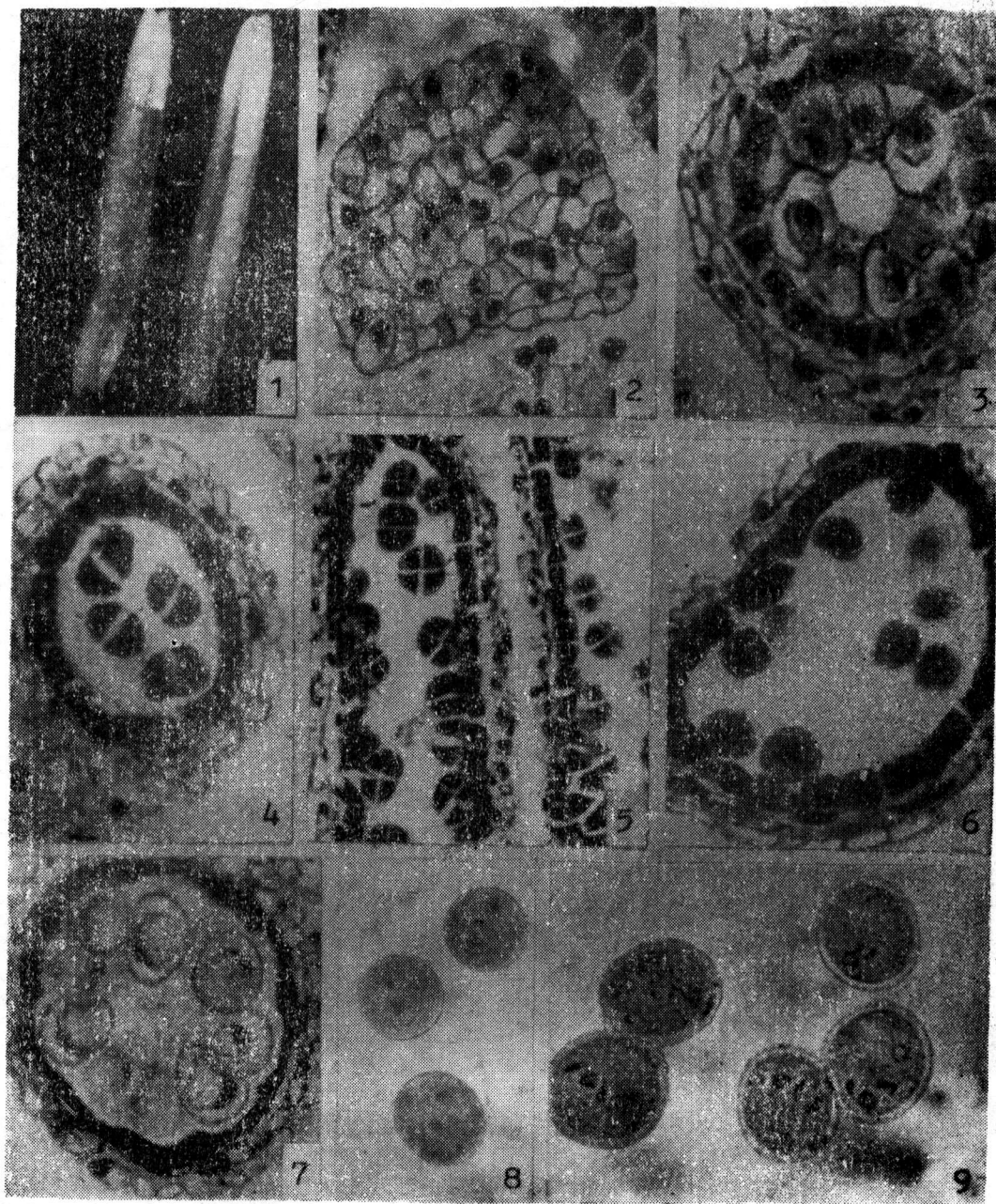


图1 大麦“付8”和“朱色依”可育花药和花粉的发育

1. 一个小花开放前的两个花药；2. 孢原组织时期；3. 花粉母细胞时期；4. 小孢子母细胞减数分裂末期，二价体形成；5. 小孢子四分体（纵切面）；6. 小孢子时期，刚从四分体分离；7. 单核靠边期；8. 具一营养核和一生殖核的雄配子体（涂片）；9. 成熟花粉粒时期，花粉中具一营养核和两个精子。1, $\times 16$ 5, $\times 300$, 其它 $\times 600$ 。

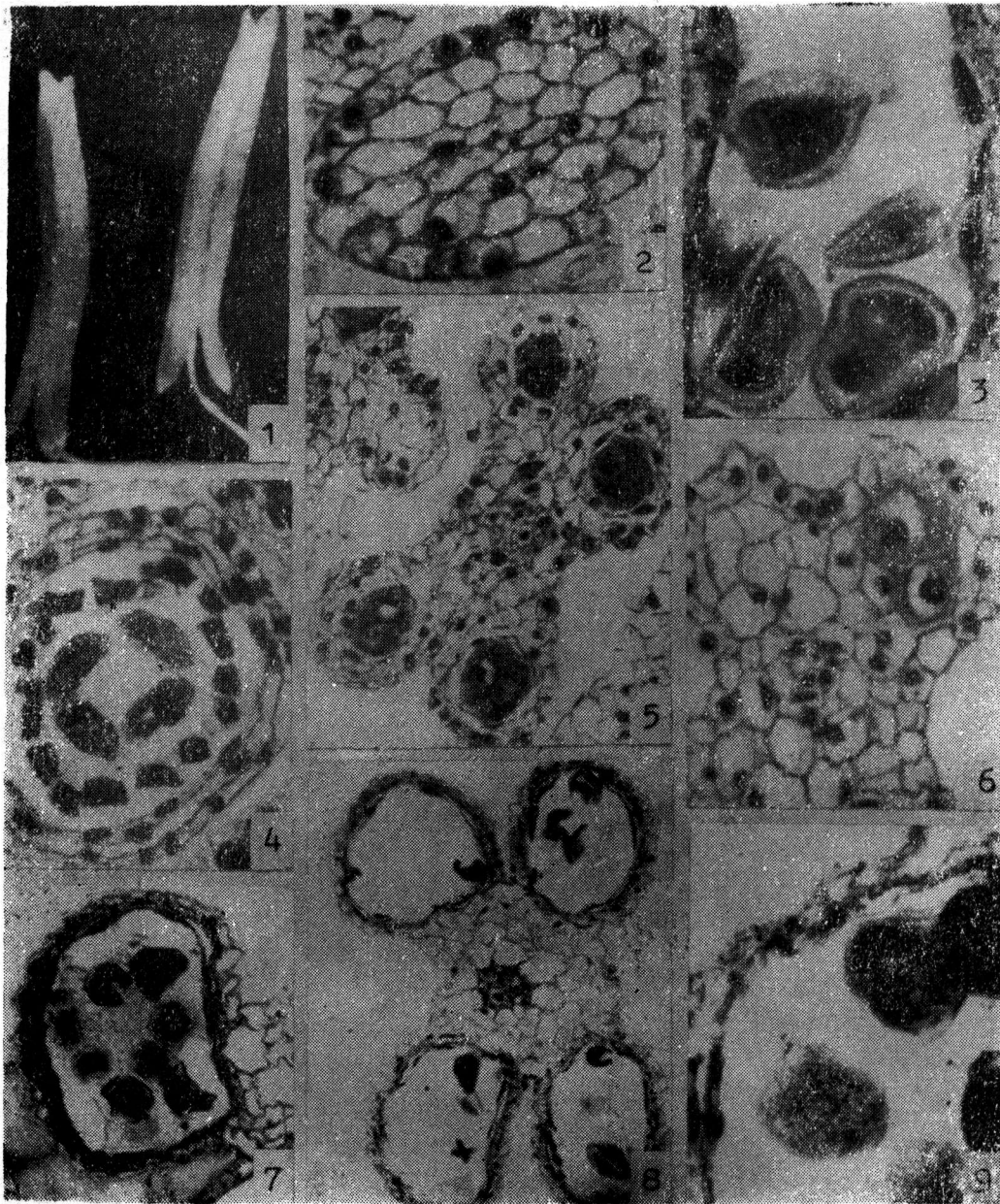


图2 大麦“紫色依”不育花药和花粉的发育

1. 一个小花开花前的二个花药；2. 孢原组织；3. 一个药壁分化不全的药室；4. 绒毡层提前败育的花粉母细胞；5. 一个花药的横切面，部分原生质粘连；6. 一个纵切药室，单核或双核花粉期，花粉正在解体；7、8. 发育后期的花药，花粉均败育、干缩；9. 药室内只有原生质粘连，无生活力的花粉。1, $\times 20$ ；14、17, $\times 300$ ；其它 $\times 600$ 。I—II, 除注明外，均为横切面。

的一样伸长,但很快干缩,估计与维管束分化不全有关。可育花药的形态为棒状,上端略尖,基部无戟状开叉(见图1—1)。开花时花丝迅速伸长,花药裂开,散出有生活能力的花粉粒。

二、可育株花粉与花药的发育

1. 花粉发育

成熟的花粉母细胞紧贴着绒毡层内缘,呈圆周排列(图1—3)。花粉母细胞经过减数分裂形成二、四分体(图1—4、5),小孢子释放后渐呈圆形(图1—6),随着体积增大发育出花粉壁和一萌发孔,即单核靠边期花粉粒(图1—7),花粉再经过一次有丝分裂,形成双核花粉(图1—8),含一营养核和一生殖核,随后进入淀粉充实期。开花前生殖核又进行一次有丝分裂,形成两个新月形的精子。大麦的成熟花粉粒为三细胞型(图1—9)。

2. 花药发育

大麦药壁由表皮、药室内壁、中层和绒毡层四层细胞组成(图1—3、4)。当花粉母细胞开始减数分裂时中层细胞呈切向伸长,并逐渐解体,但其残余物直至双核花粉期依然可见。初期绒毡层细胞核大,细胞质浓厚(图1—3)。在花粉母细胞减数分裂前,绒毡层中的单核和双核细胞同时存在(图1—3)。游离小孢子阶段绒毡层开始退化(图1—6),到二核花粉粒时期绒毡层仅留痕迹。开花时,药壁只剩下药室内壁(纤维层)和表皮两层,因药室内壁纤维状加厚,引起花药纵向开裂。

综上所述,可育株的花药和花粉发育同正常禾本科^[7](花粉发育详见本刊1991年第2期)。

三、雄性败育花粉和药壁的异常发育

不育株雄性败育主要发生在小孢子形成过程和小孢子刚被释放后。少数花粉能发育到二核期,但在很短时间内即行解体和消失(图2—7),致使产生“无花粉型”花粉。

在小孢子发生过程中观察到几种异常现象:

1. 早期发育异常。在孢原组织阶段分化出的细胞质与可育花粉的细胞质相比较是十分贫乏的(图2—2)。孢原组织经平周分裂形成初生壁细胞和初生造孢细胞后,有的初生造孢细胞不经平周分裂便直接发育成花粉母细胞,其药壁发育不完全或花粉囊中无性母细胞分化(图2—3)。

2. 绒毡层过早退化,小孢子母细胞败育。

正常情况下,绒毡层在小孢子四分体形成后才开始退化,而不育株药室的绒毡层在减数分裂开始后不久即开始退化,有的甚至在花粉母细胞时期已开始退化(图2—4、5),表现在绒毡层着色很深,核、质分不清,原生质收缩,径向壁溶解,细胞彼此分离。

3. 花粉母细胞在同一花药的各药室发育不一致,有的粘连,形成原生质团块(图2—5),同时发现大量的造孢和花粉母细胞有丝分裂异常,表现在不育花药的中部横切面上每个药室含4~6个花粉母细胞,与可育药室相比花粉母细胞的数目明显减少(图1—3)。不育药室在减数分裂前大多为四个彼此分离的母细胞(图2—4),有的母细胞开始分裂后不久,即迅速停止分裂而解体。

4. 少数花药或药室内花粉败育较晚,绒毡层解体亦较晚。小孢子往往发育到单核花粉

后期,也形成花粉壁和萌发孔,体积增大程度也和可育的类似,有的甚至发育到双核期(图2—6),但大多数花粉粒不能恢复到圆形,有的为椭圆形或畸形扭曲状。大量小孢子发育至此便不再继续发育,细胞核和细胞质几乎同时解体。最后,药室内只剩下少许花药壁残痕(图2—7、8、9)。

讨 论

在我国太谷核不育小麦研究^[1]和水稻不育系^[2]研究中均报道过“无花粉型”花粉,它们的败育特点与大麦雄性败育很相似。所不同的是在大麦雄性败育的研究中,其败育现象不是在小孢子释放后突然发生的瞬间衰败,而这种败育现象是由于小孢子发生过程极不正常的必然结果。

以前的传统观点认为绒毡层是小孢子发育成雄配子体的食物库^[6]。但近年许多资料指出^[3],绒毡层在小孢子发育中起着多方面的作用,甚至认为在不同发育时期起不同的作用。从本文研究中作者认为,由于绒毡层提早解体,花粉母细胞缺乏多种必需的物质,如多种酶,尤其是胍脂酶,核酸,孢粉素及蛋白质等,从而使正在减数分裂的花粉母细胞外的胍脂不能及时降解,母细胞长期处于隔离状态,得不到营养物质的供给,引起母细胞萎缩,至终败育。可育大麦的绒毡层发育正常,一直到二细胞花粉粒时才退化,这说明可育大麦的小孢子发育的不同阶段能从绒毡层细胞中获得多方面的物质来源,因此雄性细胞发育正常。这证实绒毡层解体早晚对小孢子退化或败育与否起着决定性的作用。

但另一些研究者在小麦^[3]和羊草^[4]研究中,观察到绒毡层发育与小孢子败育无关。例如:赵巧丽和屠骊珠(1991)在羊草中发现:①绒毡层细胞肥大或形成原生质团等异常现象,但药室内小孢子并不败育;②药室内小孢子败育,但药壁绒毡层发育正常。据以上现象还指出:“绒毡层的异常与小孢子的败育,很可能是在不育因素控制下,二者发育异常同时表现出来,或一早一晚的发生”。作者在雄性不育大麦中发现下列现象,即在少数花药中花粉败育较晚,相应绒毡层解体亦较迟,或在多数情况下,一旦绒毡层停止发育,小孢子发育至1~2核期亦停止发育,这似可解释为小孢子败育与绒毡层发育时期有关。

这样两种互相矛盾的观点,作者认为应从不同的植物中采用综合性学科和手段对雄性不育的机理作进一步的探讨。

鸣谢 靳玉华同志参与制片,特此致谢。

参 考 文 献

- 1 陈朱希昭:太谷核不育小麦花药和花粉发育的细胞形态观察.山西农业科学,1982,(2):13~16
- 2 湖南师范学院生物系:水稻雄性不育的花粉败育途径.中国农业科学,1978,(3):1~7
- 3 胡适宜.被子植物胚胎学.北京:人民教育出版社,1983,20~54
- 4 赵巧丽、屠骊珠.羊草的大小孢子发生及雌雄配子体形成.见:第三届全国植物生殖生物学学术讨论会论文摘要.1990
- 5 Cass D D et al. Development of sperm cells in barley. Can J Bot, 1966,(53): 1051~1062

- 6 Kaul C L et al. Studies in male sterile barley. II. Pollen abortion. Crop. Sci 1966, (6): 539~541
- 7 Davis G L. Systematic Embryology of the Angiosperms. New York: Gramineae John Wiley Sons, 1966, 130~132

Cytological Comparative Studies on Anther and Pollen Grains of Male Sterile and Fertile Barley

Liu Fengzhen Han Hai Li Zhongxing

(Inner Mongolia Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010030)

Tu Lizhu Li Yong

(Department of Biology, Inner Mongolia University, Hohhot 010021)

Abstract This paper reports the cytoembryological comparative studies on the form of anther and pollen development of male sterile and fertile barley. Conclusions are as follows:

1. There are some obvious differences in the anther outer forms between the male fertile and sterile barley. The main difference lies in the basal part of sterile anther which becomes halberd shape and thin and small in florscence.

2. The pollen development of fertile barley is similar to the general development rule of Gramineae, but the sterile pollen can not develop to 2-celled stage, and they quickly disintegrate to form the "unpollen type". There are several unusual phenomena in the development process of the microspore and male gametocyte of the sterile pollen, (1) The genesis is unusual in the early stage. (2) The tapetum degenerates too early. (3) If the tapetum degenerats later, the microspore can develop to 2-celled stage, but microspore has poor contents and crooked formation.

3. The development of fertile anther wall is normal and similar to the monocotyledonous type, and the tapetum degenerated completely until 2-celled stage; while the development of the male sterile anther wall is abnormal, which mainly embody in the tapetum degenerating too early or the anther wall differentiating imperfectly.

Key words: Barley; Male sterility; Male fertility; Anther; Pollen; Cytology