

## 玉米籽粒败育过程的激素变化<sup>①</sup>

张凤路<sup>②</sup> 王志敏 赵明 王树安 赵久然 郭景伦  
(中国农业大学农学系) (北京市农林科学院 北京 100081)

**摘要** 以典型的果穗顶端败育类型玉米杂交种为材料,对果穗中部正常籽粒与上部败育籽粒内源 ABA, IAA, GAs 和 CTK 进行测定表明:在授粉后 0~8 d 阶段,不同类型籽粒间 ABA, IAA, GAs 的浓度无明显差异。在授粉后 4~8 d 阶段败育籽粒的 CTK 含量显著低于正常籽粒。进一步测定乙烯释放量发现,在授粉后 0~4 d 阶段 2 部位籽粒间已表现出明显的差异。结果显示,在正常与败育籽粒间内源激素的浓度变化具有一定的时序性,授粉后顶部籽粒高水平的乙烯释放可能是籽粒败育的诱导因素。

**关键词** 玉米;籽粒发育;败育;激素

**分类号** S311; S513

## Changes of Phytohormones During the Period of Maize Kernel Abortion

Zhang Fenglu Wang Zhimin Zhao Ming Wang Shu'an  
(College of Plant Science & Technology, CAU)  
Zhao Jiuran Guo Jinglun  
(Beijing Academy of Agriculture and Forestry 100081)

**Abstract** A comparative study was conducted on the endogenous phytohormone levels of kernels during the early period of kernel development, using a hybrid cultivar with typical feature of top kernel abortion. The results suggested that during 0~8 days after pollination there was no significant difference in the concentration of ABA, IAA and GAs between upper and middle kernels on the ear. Aborting kernels had apparent lower CTK concentration than well developed middle kernels during 4~8 days after pollination. A further measurement on the amount of kernel ethylene releasing level revealed that there was a significant difference between above-mentioned two types of kernels during 0~8 days after pollination. It is suggested that the changes of phytohormones concentration showed certain time order, and the higher releasing of ethylene may be the inducing factor for the abortion of top kernel.

**Key words** *Zea mays* L.; kernel development; abortion; phytohormones

前人对激素与籽粒发育的关系进行了较多研究<sup>[1~4]</sup>,但对玉米籽粒败育是否由某种激素信号引发并不清楚<sup>[5]</sup>。Reed(1989)通过遮光的方法研究了籽粒败育前后糖分及内源 ABA, IAA 和 CTK 的变化,认为这几种激素的变化不足以说明败育的成因。籽粒的败育可能与乙烯有关<sup>[6,7]</sup>,但对此缺乏详细的研究证明。本研究以典型的顶端败育类型玉米杂交种为材料,比较测定在籽粒发育早期上部与中部籽粒的内源激素含量变化,从中分析各种激素的变化与籽粒败育的关系。

收稿日期:1997-09-01

①北京市自然科学基金资助

②张凤路,北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区),100094

## 1 材料与方 法

试验于1994~1996在中国农业大学科学园进行。试验地小区面积54 m<sup>2</sup>,共21个小区。以典型的果穗顶端籽粒败育类型杂交种3631为材料(由本校玉米育种教研室提供),大田4月28日播种。于吐丝期选生长一致的植株挂牌,套袋,待花丝基本抽齐后统一去袋,人工辅助授粉。大田取样一般自授粉后第4 d开始,每4 d一次,共取样3~5次。主要考察在籽粒形成期各内源激素含量的变化动态。以果穗顶部的3~6环籽粒为上部取样区,以居中的3~6环籽粒作中部取样区。

**内源 IAA, ABA, GAs 和 CTK 测定** 称冷冻的籽粒鲜样 0.5 g,加 2 mL 样品提取液和少量水不溶性 PVP,在冰浴下匀浆,4℃下提取 4 h,经 4 000 r·min<sup>-1</sup>离心 15 min,取上清液过 C<sub>18</sub>柱,将滤液用 N<sub>2</sub> 吹干,用样品稀释液定容后备测激素含量。激素含量用 ELESA 法测定<sup>[8]</sup>。竞争条件:IAA 4℃下 4 h;ABA 和 CTK 28℃下 3 h,GAs 37℃下 15 min。

**籽粒乙烯释放量测定** 将 10~20 粒玉米籽粒放入一支 100 mL 试管,管内预先放置一浸湿的滤纸条以保持湿度。管口用配套的翻口皮塞塞紧,在黑暗、25℃下放置 6~8 h 后,抽 1 mL 气体在 SQ-204 型气相色谱仪(北京分析仪器厂)上测定乙烯浓度。重复 3 次。分析条件:氧化铝色谱柱(80~100 目),燃气 H<sub>2</sub>,载气 N<sub>2</sub>,助燃气为空气,柱温 80℃,检测室温度 120℃。

## 2 结果与分析

### 2.1 籽粒 IAA 变化动态

对籽粒发育前期内源 IAA 的含量变化测定表明(图 1):在授粉后 0~8 d 阶段,中部与上部籽粒 IAA 的含量均随授粉后天数的增加而升高。中部籽粒 IAA 含量稍高于上部籽粒,但并未达显著水平。到授粉后 12 d 时,顶部籽粒萎缩败育,IAA 含量明显低于中部籽粒。

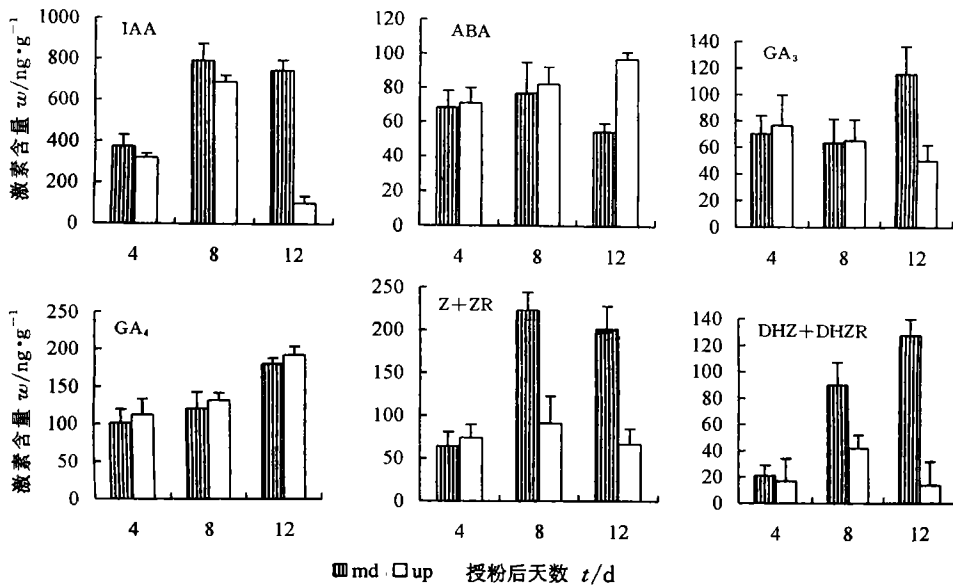


图 1 果穗不同部位籽粒内源激素含量变化

## 2.2 籽粒内源 ABA 变化动态

对果穗不同部位内源 ABA 的变化动态测定表明(图 1),在 0~8 d 阶段不同部位间 ABA 的含量变化有相似的趋势,且上部大于中部,统计分析表明差异不显著。到授粉后 12 d 时,中部籽粒 ABA 含量下降,而顶部籽粒 ABA 的含量反而升高,明显高于中部籽粒。

## 2.3 内源 GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4</sub> 变化动态

分析籽粒发育前期内源 GA<sub>3</sub>、GA<sub>4</sub> 的含量变化动态(图 1)可见:在授粉后 0~8 d 阶段,顶部籽粒中 GA<sub>3</sub>、GA<sub>4</sub> 的含量均高于中部籽粒,但差异并未达显著水平。至授粉后 12 d 时,GA<sub>4</sub> 的含量仍高于中部籽粒,而 GA<sub>3</sub> 含量明显降低。

## 2.4 内源细胞分裂素(CTK)变化动态

测定了籽粒玉米素(Z)+玉米素核苷(ZR)、脱氢玉米素(DHZ)+脱氢玉米素核苷(DHZR)的含量。由图 1 可见,不同部位籽粒 Z+ZR、DHZ+DHZR 的浓度变化表现出相似的趋势。在授粉后 4 d 时,上部籽粒中 CTK 类物质含量稍高于中部籽粒,但未达显著水平。到 8 d 时,中部籽粒 CTK 浓度剧增至 4 d 时的 2~4 倍,显著高于顶部籽粒。到 12 d 时两部位籽粒的 CTK 浓度趋减,但上部明显低于中部。

## 2.5 乙烯释放量变化

对果穗不同部位的籽粒乙烯释放量变化测定表明(图 2),2 部位籽粒的乙烯释放量有相同的变化趋势,均随授粉后天数的增加而降低。在授粉后 0~8 d 阶段,上部籽粒的乙烯释放量明显大于中部籽粒,约为中部籽粒乙烯释放量的 2 倍。到 12 d 时,不同部位籽粒的乙烯释放量仅及 4 d 时的 12.8%~20%,之后维持在较低的水平。

## 3 讨论

我们的前期研究已经证实<sup>[9]</sup>,籽粒败育可区分为 2 个阶段:授粉后 0~8 d 为顶部籽粒败育的诱导启动期,8~16 d 为表观衰败期。籽粒的发育及败育受内源激素的调控<sup>[2,4]</sup>。由本实验结果来看,在授粉后 0~8 d 阶段上部与中部籽粒 IAA,ABA 和 GAs 含量并无明显差异,可以说明败育类型顶部籽粒的败育并非由这些内源激素的不足所引起。此研究结果与 Reed(1989)<sup>[4]</sup>一致。败育籽粒在授粉后 4~8 d 阶段内源 Z+ZR, DHZ+DHZR 的水平较低,此阶段是顶部籽粒胚乳细胞增殖的重要阶段<sup>[10]</sup>,低水平的 CTK 不利于籽粒库容的建立。与上述 4 类激素相比,乙烯对籽粒发育的作用尚未引起人们足够的重视<sup>[4]</sup>。由本研究可见,在授粉后 0~4 d 阶段上部籽粒的乙烯释放量就显著高于中部正常籽粒。败育籽粒与正常籽粒间乙烯的变化差异出现的较其它激素早,且差异明显,可认为是败育的启动信号。前人的研究已证实,乙烯可降低胚乳细胞核数<sup>[11]</sup>,并可降低可溶性酸性转化酶的活性<sup>[12]</sup>,导致籽粒在发育早期库活性降低、代谢活性减弱。败育籽粒在表观衰败期内源激素间平衡比例关系的失调很可能与其早期较高的乙烯释放量有关,对此有必要进一步加以研究。

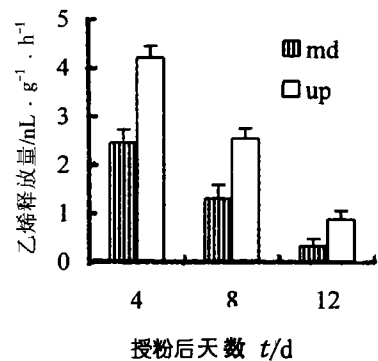


图 2 果穗不同部位籽粒乙烯释放动态

## 参 考 文 献

- 1 高学曾,许金芳,罗瑶年等. 玉米正常粒和败育粒淀粉磷酸化酶、过氧化物酶活性及其同工酶的比较. 植物生理学通讯,1987,(4):30~35
- 2 王纪华,王树安,赵冬梅等. 玉米籽粒发育的调控研究: II. 田间条件下的源库调控机理探讨. 玉米科学, 1995,3(3):47~50
- 3 Tsai C Y, Salamini F, Nelson O E. Enzymes of carbohydrate metabolism in the developing endosperm of maize. *Plant Physiol*, 1970,46:299~306
- 4 Reed A J, Singletary G W. roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion. *Plant Physiol*, 1989,91:986~992
- 5 Myers P N, Setter T L, Madison J T. Abscisic acid inhibition of endosperm cell division in cultured maize kernels. *Plant Physiol*, 1990,94:1 330~1 336
- 6 Hanft J M, Reed A J, Jones R J. Effect of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid on maize kernel development *in vitro*. *J Plant Grow Regul*, 1990,9(2):89~94
- 7 Dill G. The presence of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid in corn pollen and the evolution of ethylene during pollination. *Plant Physiol*, 1987,83(S):96
- 8 何钟佩主编. 作物化学控制实验指导. 北京:北京农业大学出版社,1993
- 9 张风路,王志敏,赵明等. 玉米籽粒败育过程的早期特征及物质动态. 玉米科学,1999,7(1):59~61
- 10 罗瑶年,刘玉敬,高学曾等. 玉米果穗顶部籽粒败育的形态解剖观察. 中国农业科学,1988,21(2):51~54
- 11 Cheng C Y, Lur H S. Ethylene may be involved in abortion of maize caryopsis. *Physiol. Plant*, 1996, 98:245~252
- 12 Linden J C. Ethylene regulation of apoplastic invertase expression in autotrophic cells of *Chenopodium rubrum*. *Plant Grow Regul*, 1996,19:219~222