

玉米子粒败育过程的早期特征及物质动态

张风路 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 100094)

(北京市农林科学院,北京 100081)

摘 要:通过对不同类型玉米子粒发育动态比较研究发现,败育粒在授粉前期其子房长度及重量就明显低于正常子粒。随授粉后天数的增加,其差距日渐扩大,约在授粉后 8~12 d(8-12DAA)停止发育转向衰退。子粒败育过程可区分为两个阶段:0-8DAA 为败育诱导期,8-16DAA 为表现衰败期。在子粒败育诱导期,糖分及蛋白质浓度并不低。研究认为,顶端子粒的败育可能与其库活性较低有关。

关键词:玉米;子粒败育;发育特征

中图分类号:S 513.01

玉米的子粒发育过程可划分为两个阶段,即生长迟滞期和线性灌浆期。生长迟滞期(约 0-15DAA)也是子粒形成期,此期胚乳细胞大量增殖,子粒代谢旺盛。虽然此阶段累积的干物质较少,但对子粒能否正常发育成粒及以后的线性灌浆过程有着重要的影响^[2]。在此阶段出现的子粒败育,通常称为早期败育^[3]。子粒的败育可能与营养供应不足有关^[6],也可能源于其本身库活性不足^[7]。本研究旨在前人研究基础上,重点考察子粒形成期不同类型子粒的发育特征、同化物分配特点及其与子粒败育的关系。

1 材料与方法

试验于 1994~1996 年在中国农业大学科学园进行。试验地小区面积 54 m²,共 21 个小区。供试的果穗顶端子粒败育类型(简称败育类型,下同)品种 3 个,以较为典型的 3631 为主要考察对象;果穗顶端子粒发育正常类型(简称正常类型,下同)品种 4 个,以 0425 为主要考察对象。以上各品种生育期及株型、穗长性状相近,均由本校玉米育种教研室提供。大田 4 月 28~30 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,主要考察在子粒形成期的发育及生理生化指标。以果穗顶部的 3~6 环子粒为顶部取样区,以居中的 3~6 环子粒作中部取样区。

可溶性糖含量测定,采用砷钼酸比色法^[1];蛋白质含量测定,采用考马斯亮兰 G-250 比色法^[5]。

2 结果与分析

2.1 授粉前子房长度

在吐丝期调查了正常与败育类型杂交种果穗不同粒位子房的长度和干重分布情况。结果

可见:不论何种类型,果穗不同粒位子房的长度分布都存在不均衡性,均表现为中部子房大,而上部子房小。在败育类型果穗上,这种不均衡性表现尤为突出。从子房长度看,正常类型果穗上的子房长度分布近于桶型,中部最长为 4.2 mm,顶部子房长仍达 2.0 mm 占中部子房长度的 48%左右;败育类型子房长度分布呈纺锤型,中部子房较长(达 3.84 mm),顶部子房较小。自中部第 35 粒位始向上呈递减趋势。至顶部子房长仅 0.86 mm,只占中部子房的 22%。

从子房重量上看,正常类型中部单个子房重约 3.45 mg,顶部子房重为 1.1 mg,占中部的 32%。而败育类型中部子房重约 2.85 mg,顶部仅 0.58 mg,仅占中部子房重的 20%。这种因位置差异造成的子房分化发育上的差异在以后的子粒发育过程中差距将愈加扩大,最终导致顶部劣势粒空瘪败育。

2.2 子粒重量、体积变化

对两种类型杂交种在子粒形成阶段粒重、体积的变化动态进行了观测。正常类型中部、上部及败育类型中部子粒的粒重随授粉后天数的增加而升高。自 12DAA 起,正常类型中部粒重显著高于顶部粒重。败育类型中部与上部子粒粒重在 4DAA 时就已表现差异,至 8DAA 时,中部粒重已明显大于上部粒重。之后,中部粒重不断上升,而顶部粒重则不再增加。进一步比较两种类型杂交种不同部位的子粒体积亦表现出相同的趋势。败育类型顶部子粒自 8DAA 时明显萎缩,最终败育。说明在 8DAA 之前,子粒败育的诱导过程已经启动,在 8-12DAA 阶段停止发育,走向衰亡。

2.3 子粒、穗轴的含水率

对两种类型玉米子粒、穗轴的含水率变化进行了测定。结果可见:两种类型杂交种中部子粒的含水率随授粉后天数的增加而递减,由 4DAA 时的 88%减至 12DAA 时的 64%。两种类型杂交种顶部子粒含水率变化表现出了不同的特点:正常类型顶部子粒的含水率虽持续高于中部子粒,但差异不显著,而败育类型顶部子粒含水率在 0-12DAA 内一直居高不降。进一步比较两种类型果穗不同部位穗轴的含水率变化动态也表现出了与子粒相同的趋势。果穗顶部子粒较高的含水率也反映了其物质积累的迟缓。

2.4 子粒糖分含量

对子粒形成期败育类型杂交种果穗不同部位子粒总可溶性糖及其组分还原糖和蔗糖含量进行了测定(表 1)。结果表明:从可溶性糖总量看,在 4DAA 时上部与中部子粒并无明显差异,上部子粒甚至稍高于中部子粒,但到 8DAA 之后,上部子粒明显低于中部子粒。

子粒还原糖含量在 4DAA 时,上部子粒高于中部,但差异不明显,在 8DAA 时测定,上部子粒反低于中部子粒,到 12DAA 时上部子粒还原糖含量已明显低于中部粒,差异达显著水平。比较子粒蔗糖的含量可知,在 0-12DAA,中部子粒蔗糖浓度逐渐升高,而上部子粒蔗糖浓度日趋减少。在各测定期顶部子粒蔗糖浓度均低于中部子粒,特别是到 12DAA,顶部子粒蔗糖浓度已降到很低水平。

表 1 果穗不同部位子粒可溶性糖含量变化动态

DAA	还原糖		蔗糖		总糖	
	上部	中部	上部	中部	上部	中部
4	30.07 ± 5.5	27.42 ± 6.7	8.87 ± 1.8	10.52 ± 1.2	38.94	37.94
8	30.86 ± 4.2	38.40 ± 5.1	3.23 ± 0.5	15.55 ± 2.7	34.10	53.95
12	19.67 ± 3.1	29.85 ± 2.2	0.21 ± 0.1	27.90 ± 3.2	19.88	57.76

2.5 子粒蛋白质含量变化动态

比较测定了子粒形成期两种类型杂交种不同部位子粒蛋白质含量的变化动态可见,两种

类型中部子粒蛋白质含量变化趋势相同,均随授粉后天数的增加而升高。两种类型杂交种顶部子粒在0-8DAA阶段与中部粒相比并无明显差别,而至12DAA时败育类型顶部子粒蛋白质含量明显下降,显著低于中部子粒。

讨 论

前人对子粒发育及败育进行了较多研究^[2,3,4,6,8],但对子粒败育的成因及败育过程的发育特点并不明确。本研究采用穗顶易败类型和顶端正常类型品种为材料,对顶部与中部子粒的发育进行了双向比较研究,结果表明:果穗顶部败育子粒在授粉前子房生长量明显低于中部正常子粒,在授粉后的生长仍落后于中部子粒,且随发育进程差距愈加扩大。到8DAA之后,顶部子粒逐渐停止生长,走向萎缩衰亡。整个败育过程大约在授粉后16 d内完成^[9],我们认为此过程可分为两个阶段:0-8DAA是败育的诱导启动期,8-16DAA是表现衰败期。对败育过程中蛋白质和糖分动态的测定表明,在败育诱导期,果穗上部败育粒与中部正常粒之间在蛋白质含量上并无明显差异,可溶性糖总量在早期(4DAA)也无明显差异。显然,败育诱导的早期信号并非源于糖分和蛋白质的亏缺。但到8DAA,上部子粒与中部子粒总糖含量已出现较大差异,特别是上部子粒进入衰退期(12DAA),其总糖含量与中部正常子粒的差异更加明显。这种差异表现在还原糖和蔗糖含量均显著低于中部子粒,暗示败育子粒在临近衰退期或之后,其对蔗糖的吸收和代谢能力已明显降低。本研究认为,顶部子粒的败育与其本身代谢活性的减弱可能有更直接的关系。因此,需要进一步考察败育过程中的子粒代谢活性变化。

参 考 文 献

- [1] 蔡武城,袁厚积.生物物质常用化学分析法.科学出版社,1982.
- [2] 李伯航,崔彦宏.夏玉米胚乳细胞建成与粒重关系研究.河北农业大学学报,1989,12(4):39-45.
- [3] 田海云,尹枝瑞,李维岳.玉米子粒发育过程及其与栽培条件的关系.吉林农业科学,1981,(3):22-26.
- [4] 王忠孝,高学曾,许金芳,等.关于玉米子粒败育的研究.中国农业科学,1986,(6):36-40.
- [5] 张宪政,谭桂茹,等编.植物生理学实验技术.沈阳:辽宁科学技术出版社,1989.
- [6] Hanft J M. Dry matter accumulation and carbohydrate concentration patterns of field-grown and in vitro cultured maize kernels from the tip and middle ear positions. Crop Sci, 1986, 26: 568-572.
- [7] Ho L C. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Ann. Rev. Plant physiol. Plant Mol. Biol, 1988, 39: 355-378.
- [8] Isao Ogiwara, Isao Shimura, Kuni Ishihara. Factors controlling caryopsis development at the ear tip of sweet corn. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 1994, 63(2): 363-369.
- [9] Reed A J, Singletary G W. Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion. Plant Physiol, 1989, 91: 986-992.

Developing characteristic and changes in material of maize kernel abortion

ZHANG Feng-lu WANG Zhi-min ZHAO Ming et al.

(Cina Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract: A comparative study was conducted with two kinds of maize genotypes. The results were as follows; The ovary length and weight of the abortive kernels were lower than that of well developed kernels. As the increasing of Days After Anthesis (DAA), the difference between the kernels was enlarged. The course of kernel abortion can be divided into two phases: 0-8DAA was the inducing phase, while 8-16DAA was the obviously degrade phase. The content of sugars and protein of aborted kernel was not lower than that of well developed kernel. It can be concluded that aborted kernels at the ear tip have a close relations with their low sink strength.

Key words: Maize; Kernel development; Abortion