

玉米果穗覆膜对籽粒发育的影响

张凤路^① 王志敏 阎建河 赵明 赵久然 郭景伦

(中国农业大学作物学院)

(北京市农林科学院)

摘要 以典型的果穗顶端籽粒败育类型杂交种为材料,在授粉后第2天对大田玉米雌穗用聚乙烯塑料袋进行覆膜处理,考察了处理后籽粒发育过程中内源激素(乙烯、细胞分裂素)、呼吸强度及粒重变化动态。结果表明:覆膜处理明显促进了果穗顶部籽粒的发育,使粒重增加、败育粒减少,但中下部籽粒粒重有不同程度的降低,从而导致穗粒数增加、平均粒重降低。覆膜处理后还表现出顶部籽粒在籽粒形成期呼吸强度和细胞分裂素含量明显升高,而乙烯释放量则明显降低,营养物质在果穗上的分布趋于均一化等生理效应。

关键词 玉米;覆膜;籽粒发育;穗粒数

分类号 S331;Q946

Effects of Ear Covering Treatment with Polyethylene Film on Kernel Development in Maize

Zhang Fenglu Wang Zhimin Yan Jianhe Zhao Ming

(College of Crop Sciences, CAU)

Zhao Jiuran Guo Jinglun

(Beijing Academy of Agriculture and Forestry)

Abstract Using the typical type of ear-tip abortive hybrid corn, effects of ear covering treatment with polyethylene film on kernel development, since 2 days after anthesis till to maturity had been observed. The hormone levels and respiration activities of kernels and kernel weight of treated ears were tested and compared. The results indicated that the treatment promoted the development of ear-tip kernels with increased kernel weight and reduced number of aborted ones. Respiration activities and cytokinin levels of ear-tip kernels were increased, but ethylene releasing value decreased. However, weights of kernels in the middle and basal were lower in treated ears than CK. It was suggested that the ear-covering treatment with film change assimilate distribution pattern within maize ear by increasing sink activities of tip kernels.

Key words maize; film-covering treatment; kernel development; kernel numbers

玉米果穗顶部籽粒败育是造成产量降低的重要因素。有关顶部籽粒败育的生理原因尚不完全清楚,有人认为是同化物供给限制^[1],有人认为是籽粒库活性限制^[2],有人认为是物质运输过程限制^[3]。一些学者发现,顶部籽粒败育与乙烯的作用有关^[4,5]。我们的研究也表明,乙烯可能是籽粒败育过程的早期信号^[6,7],但对此尚需要更多的研究证实。在前期的研究中我们还发现果穗覆盖聚乙烯薄膜处理可以增加穗温,并明显减少顶部籽粒的败育,这为研究籽粒败育的机理提供了一种有效的处理方法。本研究拟在前期研究基础上,采用果穗覆膜处理改变果穗发育的微环境、观察其对果穗籽粒发育的影响,并探讨其影响机理。

收稿日期:1998-02-23

^①张凤路,河北保定河北农业大学,071001

1 材料与方 法

试验于1994~1997在中国农业大学科学园进行。以较为典型的果穗顶端籽粒败育类型杂交3631为材料(由本校玉米育种教研室提供)。大田4月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。覆膜处理在授粉后第2天进行,用聚乙烯塑料袋将果穗套上,袋口用橡皮筋扎紧。塑料袋一直保持到取样或后期收获。大田取样一般自授粉后第4d开始,每4d一次。共取样3~5次。主要考察在籽粒形成期的发育及生理生化指标。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。

乙烯释放量测定 取10~20粒籽粒放入10 mL试管中,管内预先放置浸湿的滤纸条以保持湿度。管口用橡皮塞密封,在黑暗下25℃放置8~10 h后采气,乙烯浓度用SQ-204型(北京分析仪器厂)气相色谱仪测定。

呼吸测定 采用GHX-305型(北京分析仪器厂)CO₂分析仪进行。

细胞分裂素(CTK)含量测定 采用ELESA法测定^[8]。

2 结果与分析

2.1 果穗覆膜的增温效果

为考察果穗套聚乙烯膜的增温效果,在大田玉米吐丝期,选果穗大小及着生位置较为一致的植株6株,将温度计放置在果穗中部第2层苞叶下。3株果穗覆膜,将袋口用橡皮筋扎紧,以另外3株不覆膜的果穗为对照(CK)。选一晴朗天气测定了穗温的变化动态(图1)。上午8:00时,覆膜与CK的穗温差异不大。之后,随着时间的增加,穗温逐渐增加,处理与CK的温差也在加大。CK在14:00时温度达高峰,覆膜处理在15:00时达高峰,之后渐降。覆膜对中午和下午时的穗温的影响较为显著。

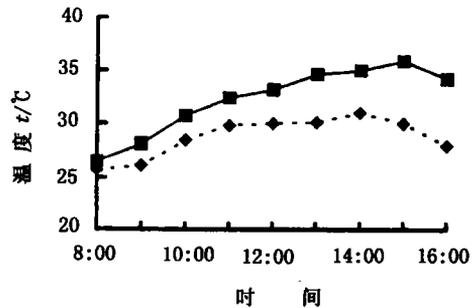


图1 覆膜处理后果穗白天温度变化

2.2 覆膜处理对果穗性状的影响

在大田收获期取穗考察了覆膜处理对果穗性状的影响(表1)。结果表明:与CK相比,覆膜处理对穗长、粒行数、穗轴重影响不显著,但果穗秃尖度明显降低,穗粒数明显增加。CK的秃尖度为13%,处理的为3.8%。籽粒败育率由CK的17.2%下降至7.8%。虽然百粒重由CK的25.9 g降为处理的22.8 g,但由于覆膜处理使穗粒数增加了14%,因此使得穗粒重仍高于CK。

2.3 覆膜处理后籽粒粒重变化动态

考察了籽粒形成期粒重的变化动态(图2)。从中部籽粒发育动态看,处理穗的粒重在授粉后4d稍高于CK,但之后低于CK。CK上部籽粒在授粉后8d内生长缓慢,到授粉后12d,籽粒萎缩,粒重不再增加,最终败育;处理果穗上部籽粒在授粉后4d时粒重即高于CK,之后一直保持增长趋势,最终成为有效粒。

表 1 覆膜处理对果穗性状的影响

项 目	穗长 l/cm	秃尖长 l/cm	粒行数	穗粒数	败育粒	百粒重 m/g
对照	20.6±1.3	2.7±1.4	14.0	505±27.4	105±45.7	25.9±2.1
处理	21.2±1.8	0.8±0.5	14.0	577±32.1	48±32.0	22.8±1.7

2.4 覆膜后籽粒呼吸强度变化

对处理后籽粒发育前期的呼吸强度测定表明(图 2),中部籽粒在授粉后 4 d 时呼吸强度高于 CK,之后均较低。顶部籽粒的呼吸值在授粉后 4 d 即高于 CK,在此之后的各取样期都以处理粒呼吸值为高,CK 果穗顶部粒在授粉后 8~12 d 阶段呼吸强度骤降,与籽粒发育的停滞期相一致。

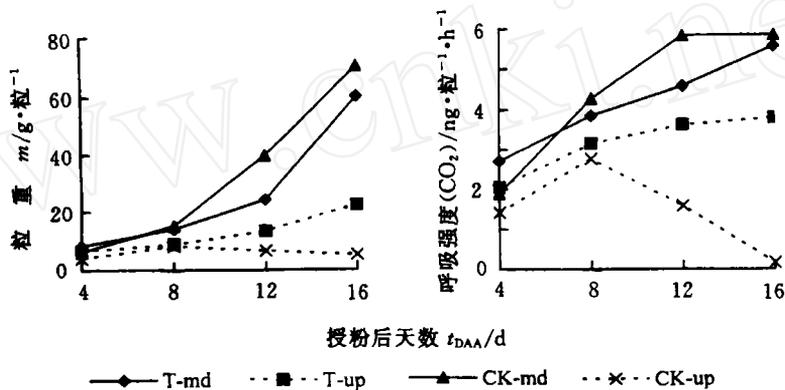


图 2 果穗覆膜处理对不同部位籽粒粒重和呼吸强度的影响

2.5 覆膜处理对籽粒乙烯释放量影响

从处理后籽粒乙烯释放量的变化可见(图 3)处理穗中部籽粒乙烯释放量低于对照。且一直维持较低的水平。顶部籽粒的乙烯释放动态与中部粒相比有类似的趋势,但显著高于中部籽粒。在授粉后 0~8 d 阶段,处理穗顶部籽粒乙烯释放量显著低于 CK 的顶部籽粒,如在授粉后 4 天时,CK 为 $4.0 \text{ nL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 而处理为 $1.0 \text{ nL} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,为 CK 的 1/4。

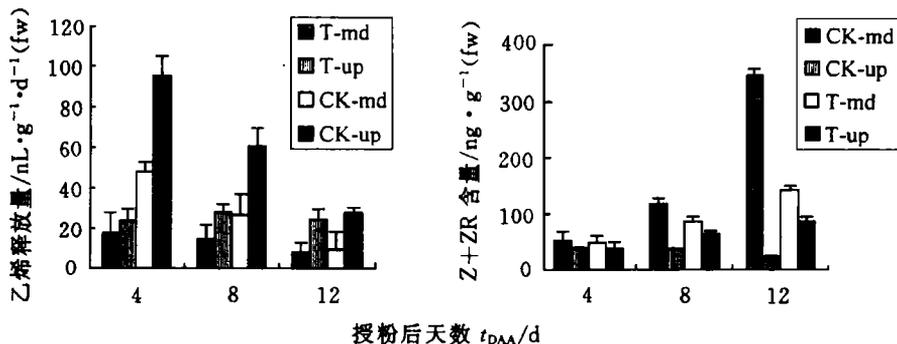


图 3 果穗覆膜处理对不同部位籽粒乙烯释放量和 CTK 含量的影响

2.6 覆膜处理对CTK含量的影响

测定了覆膜处理后内源CTK(Z+ZR)的变化动态(图3)。处理果穗顶部籽粒在授粉后8 d时CTK含量明显高于CK,到12 d时处理的CTK含量为 $91 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$,而CK的仅为 $27 \text{ ng} \cdot \text{g}^{-1}$ 。中部籽粒在4 d时,处理高于CK,但之后处理反不及CK。

3 讨论

由本研究结果可以看出:果穗覆膜处理明显改变了果穗发育期间的温热环境,并对果穗性状产生了一定影响,使得败育类型果穗的秃尖度和败育率都明显降低。与CK相比,覆膜处理明显增强了果穗顶端籽粒的呼吸强度,促进其生长发育和粒重增加,同化物在果穗上的分布趋于均一化。此结果与Ou-lee(1985)^[9]的果穗局部增温试验结果相一致。我们的前期研究表明^[6,7],籽粒的生长发育与其乙烯释放量密切相关。同时,在籽粒形成期较高的CTK含量和较低的乙烯释放量有利于胚乳细胞的增殖。本实验对处理后籽粒内源乙烯释放量及CTK含量测定表明,覆膜处理使顶部籽粒CTK含量升高而使乙烯的释放量明显降低,这可能是导致顶部籽粒库活性增强、败育率减少的重要原因。

对覆膜后穗位叶片光合强度进行测定表明:在授粉后10 d时处理株为 $(\text{CO}_2)25.6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,CK为 $22.5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$,差异并不显著。Setter(1986)^[10]认为果穗温度处理会加快茎秆中同化物向籽粒中的转移。从本实验结果看,覆膜处理并没有明显提高穗粒重,但却明显改变了同化物在果穗内的分配,提高了顶部籽粒的库活性,使其粒重增加。通过覆膜处理,减少了顶部籽粒的败育,说明顶部籽粒有着进一步发育的潜能。

参 考 文 献

- 1 林淑芬,刘清,刘大江. 影响碳水化合物自玉米穗轴转移至子粒因素之研究: 1. 果穗上位与下位子粒之充实特性. 中华农业研究,1990,39(1):29~37
- 2 王忠孝,高学曾,许金芳等. 1986.关于玉米籽粒败育的研究. 中国农业科学,1990,(6):36~40
- 3 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,1990,21(2):41~54
- 4 Cheng C Y, Lur H S. Ethylene may be involved in abortion of maize caryopsis. *Physiol Plant*, 1996,98: 245~252
- 5 Dill G. The presence of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid in corn pollen and the evolution of ethylene during pollination. *Plant Physiol*,1987,83(Sup.):96
- 6 张凤路,赵明,王志敏等. 乙烯在玉米籽粒发育及败育中调节作用的研究,河北农业大学学报,1995,19(4):1~5
- 7 张凤路,王志敏,赵明等. 玉米籽粒发育与乙烯的释放. 中国农业大学学报,1997,2(3):85~89
- 8 何钟佩主编. 作物化学控制实验指导. 北京农业大学出版社,1993
- 9 Ou-Lee T M, Setter T L. Effect of increased temperature in apical regions of maize ears on starch-synthesis enzymes and accumulation of sugars and starch. *Plant Physiol*, 1985,79:852~855
- 10 Setter T L, Flannigan B A. Sugar and starch redistribution in maize in response to shade and ear temperature treatment. *Crop Sci*, 1986,26:575~579