

大豆品种早12花序分化形成期间的 内源植物激素变化*

李秀菊 孟繁静

(北京农业大学生物学院, 北京, 100094)

提 要 大豆花序分化前期, 侧芽内玉米赤霉烯酮(ZEN)含量较低, 花序出现后, 在其发育至开花的过程中, ZEN含量迅速增加, 花期达最高值; 花序发育后期, 细胞分裂素类(CTK)含量迅速增加; 说明ZEN与CTK可促进花序的发育。脱落酸(ABA)的含量变化与CTK完全相反, 从花序发育后期至开花阶段, 短日诱导的植株侧芽内ABA含量较低, 而生长在连续光照下的对照植株营养侧芽中的ABA含量较高。

关键词 大豆; 玉米赤霉烯酮; 细胞分裂素; 脱落酸

植物花芽(或花序)的分化与形成不仅是生理学问题, 还与农业及园艺生产实践密切相关, 分化出的花芽(或花序)质量直接影响到农作物或经济作物的产量。因此, 探讨植物花芽(序)分化形成的内在生理机制具有重要的理论和实践意义。本文以大豆为材料, 研究其花序分化与形成过程中植物激素的变化规律, 为合理调节生殖器官的发育提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验是在北京农业大学科学园温室内进行, 将筛选的饱满大豆种子早12(*Glycine max* L. cv. Zao12)用0.1% HgCl₂进行表面消毒15 min, 流水冲洗后在25℃的恒温培养箱内催芽48 h, 选萌发一致的种子播于温室内盛有蛭石的塑料盆中, 以Hoagland完全营养液培养, 定期浇灌营养液。待子叶出土后, 将幼苗分成两份: 一份进行短日(SD)诱导(光/暗9 h/15 h)处理, 短日光周期条件是每日用双层棉布(一层红和一层黑), 于17:00时至次日8:00遮盖; 一份保持在连续光(CL——晚上或阴天以6个生物效应灯补充光照, 无日光时测定, 盆面处光量子强度为 $21.9 \pm 7.6 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 温室内昼夜温度通过鼓风机和湿帘调节控制在22℃~32℃之间)下, 作为对照。从光周期诱导完成的第10天开始取腋生侧芽进行各项目的分析, 整个试验重复3次。

1.2 样品提取及测定

1.2.1 玉米赤霉烯酮的提取与测定

称取约0.1 g的植物材料, 用约0.5 ml的乙酸乙酯研磨提取, 提取液及残渣转入离心管, 用乙酸乙酯冲洗研钵, 将冲洗液并入离心管, 提取液在-20℃下保存待测。测定前在

* 国家攀登计划资助项目和国家自然科学基金资助项目
收稿日期: 1995-10-16, 收到修改稿日期: 1996-07-12

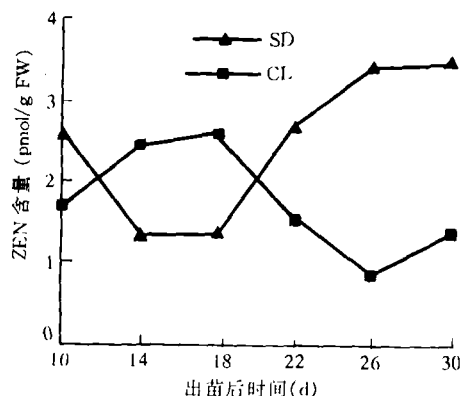


图 1 花序形成分化期间侧芽内玉米赤霉烯酮含量变化

Fig. 1 Changes of ZEN content in the axillary bud during the inflorescence differentiation period of soybean cultivar Zao 12

3000 g 下离心, 吸出上清液后定容, 吸取 0.5 ml 溶液于指形管, N₂ 吹干, TBS 复溶后进行测定。按陈新建等^[4]的直接酶联免疫分析法测定 ZEN 的含量。

1.2.2 细胞分裂素及脱落酸的提取与测定

称取约 0.1 g 的植物材料, 用约 0.5 ml 的 80% 冷甲醇研磨提取, 提取液及残渣转入离心管, 80% 甲醇冲洗研钵, 将冲洗液并入离心管, 提取液在 -20℃ 下保存待测。测定前在 3000 g 下离心, 吸出上清液后定容, 吸取 0.5 ml 溶液于指形管, N₂ 吹干, TBS 复溶后进行测定。采用直接酶联免疫分析法测定 CTK 及 ABA 的含量, 测定程序同 ZEN, 封板抗体及竞争反应中所用的酶标抗原分别与所测激素相对应。

2 实验结果

2.1 花序分化与形成期间玉米赤霉烯酮含量变化

在本试验前, 对所用大豆品种早 12 光周期诱导成花习性、花序的分化发育进程进行了系统观察。发现经 9 个短日(SD)处理即可完成其光周期诱导过程; 10 个 SD 后解剖镜下镜检观察时发现腋芽仍处于花(花序)原基状态; 一般

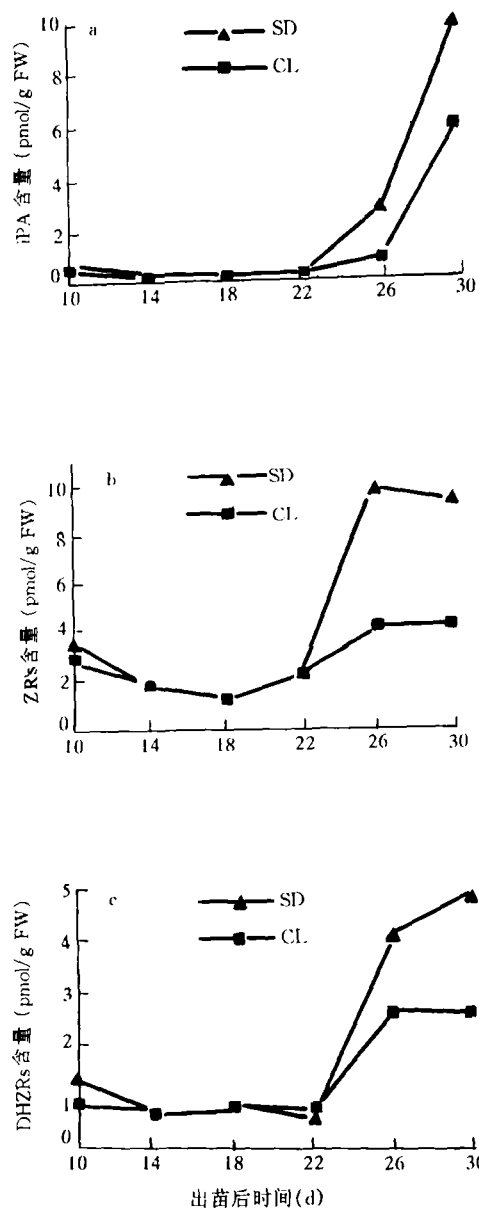


图 2 花序形成分化期间侧芽内 iPA(a)、ZRs(b) 和 DHZRs(c) 含量变化

Fig. 2 Changes of iPA(a), ZRs(b) & DHZRs(c) content in the axillary bud during the inflorescence differentiation period of soybean cultivar Zao 12

SD 诱导的第 15~17 天, 位于第 4 节位以上的大豆叶腋内小花序已分化形成; 20~22 天, 花序分化至肉眼可见状态; 30~32 天到达花期。而生长在连续光照(CL)下的对照植株, 此时叶腋内尚无花序分化^[2]。

已有的研究表明, 玉米赤霉烯酮(ZEN)是普遍存在于高等植物体内与植物成花过程密切相关的一类小分子活性物质^[7]。本研究对花序形成与分化期间, 侧芽内的内源玉米赤霉烯酮含量的测定结果表明(图 1)光周期诱导结束时(10 SD), SD 下生长的大豆植株侧芽内的 ZEN 含量高于 CL 下的, 但随着发育过程, ZEN 含量有不同的变化。SD 下侧芽的 ZEN 从第 10 天开始下降, 到取样的 18 天即花序分化形成期一直维持在较低水平, 之后 ZEN 含量逐渐上升, 到花序已为肉眼可见的第 22 天, ZEN 含量又高于 CL 下的, 并且一直上升, 出苗后 30 天(花期)ZEN 含量达到最高; CL 下生长的营养芽内 ZEN 先升后降, 后期维持在较低水平。

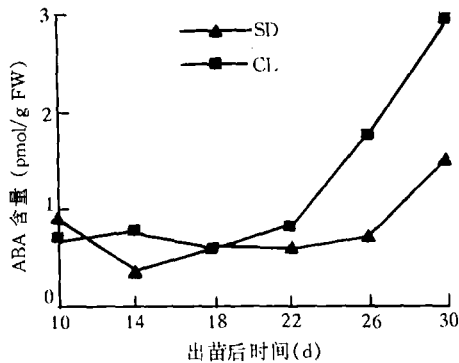


图 3 花序形成分化期间侧芽内 ABA 含量变化

Fig. 3 Changes of ABA content in the axillary bud during the inflorescence differentiation period of Zao 12 soybean

不大, 从第 22 天开始, 营养芽内 ABA 含量迅速增加。SD 下侧芽内 ABA 含量较低, 这可能有利于花序的分化与开花。

3 讨论

研究表明, ZEN 除积极参与植株成花的光、温诱导过程外, 还可促进一些植物花芽的发育进程^[7]。在烟草花梗薄层培养时发现, ZEN 与 CTK 共同使用有利于花芽的形成。ZEN 浸种处理可促进冬小麦与油菜生长锥的分化^[1, 5], 而且可使麦类提前抽穗^[5, 6], 说明 ZEN 在生殖器官的发育中起重要作用。本研究表明, 在花芽起始期间(出苗后 10~18 天), 生殖芽内 ZEN 含量保持在较低水平, 而营养芽中的 ZEN 含量相对较高, 说明 ZEN 可能并非是生殖器官分化形成的关键因子。在花序出现后以至花期(出苗后 22~30 天), 生殖芽中的 ZEN 迅速增加, 花期含量达到最高, 这与小麦、棉花及青萍上的研究结果一致^[3, 8], 在小麦、棉花和青萍开花的当天, 均有 ZEN 含量高峰出现, 暗示 ZEN 可能参与了植物的开花过程。

在体外成花诱导系统中发现 CTK 可增加或诱导花芽的形成^[9], 大豆、烟草、马铃薯、柑桔以及竹子等离体培养诱导花芽形成时, 必须有 CTK 存在^[10], 说明细胞分裂素在花芽的形

2.2 花序分化与形成期间细胞分裂素类含量变化

花序形成分化期间内源 iPA、ZR_s、DHZR_s 的含量, 在前 22 天(即花序分化与形成早期)营养芽与生殖芽之间无明显差异(图 2), 到生殖芽发育的后期, 3 种 CTK 含量均迅速升高, 花期含量最高, 此时 iPA、ZR_s、DHZR_s 的含量分别为诱导结束时侧芽内含量的 14.5 倍、2.7 倍和 3.7 倍。CL 下生长的营养芽在发育后期, 3 种 CTK 含量也增加, 但上升幅度均明显小于生殖芽。

2.3 花序分化与形成期间脱落酸含量变化

图 3 表示大豆侧芽内 ABA 含量的变化。短日下生长的大豆侧芽内 ABA 的含量变化不大, 到花期略有上升; CL 下生长的大豆营养芽内 ABA 含量在前期和生殖芽内的 ABA 含量差异不

成发育过程中有重要作用。对大豆花序分化与形成期间 CTK 的测定结果表明, 花序分化后期 3 种 CTK 均迅速增加, 花期含量达到最高。与诱导结束时相比, 3 种 CTK 含量的增加非常明显, 可见 CTK 可能有利于花序的分化及开花。营养芽在后期的生长过程中, CTK 含量也增加, 但其上升幅度比生殖芽低。

大豆花序分化与形成过程中, 生长在 CL 下的大豆侧芽中 ABA 含量较高, SD 下的生殖芽含量较低, 诱导植株中 ABA 保持在较低的水平可能有利于花序的起始与分化。McDaniel 等(1991)进行离体培养时, 发现 ABA 抑制毒麦茎尖花序的产生, 与本研究结果一致。由此可见, 在大豆花序分化形成过程中, ZEN 及 CTK 均可促进这一过程的进行, 而 ABA 对花序分化与形成可能具有抑制作用。

参 考 文 献

- 1 李季伦、朱彤霞、张旒等, 1980, 北京农业大学学报, (1), 13~28
- 2 李秀菊, 1995, 植物激素及同化物变化与大豆生殖器官建成与衰退的调控, 北京农业大学博士学位论文
- 3 杨广笑, 1994, 玉米赤霉烯酮在光温诱导植物成花中的作用, 北京农业大学博士学位论文
- 4 陈新建、刘泓川、孟繁静, 1989, 植物生理学通讯, (5), 61~63
- 5 孟繁静、张旒, 1981, 北京农业大学学报, (2), 101~103
- 6 傅永福、孟繁静, 1994 a, 作物学报, 20(3), 271~276
- 7 傅永福、孟繁静, 1994 b, 作物高产高效生理学研究进展(邹琦、王学臣 主编), 科学出版社, 北京, pp 170~177
- 8 阙月美、梁振兴、韩玉珍等, 1990, 北京农业大学学报, 16(2), 153~155
- 9 Dickens, C. W. S., J. Van Staden, 1988, S. Agric. J. Bot., 54, 325~344
- 10 Kinet, J. M., 1993, Hort. Rev., Vol. 15, 279~334
- 11 McDaniel, C. N., R. W. King, L. T. Evans, 1991, Planta, 185, 9~16

Changes of Plant Hormones during the Period of Inflorescence Differentiation and Formation in Soybean

Li Xiuju Meng Fanjing

(College of Biological Sciences, Beijing Agricultural University, Beijing, 100094)

Abstract Using the cultivar Zao 12 of soybean (*Glycine max* L.) as the experiment material, changes of plant hormones during the period of inflorescence differentiation and formation were studied. The results showed that the content of zearalenone(ZEN) in axillary buds were lower in the early period of the differentiation. From the appearance of inflorescence to bloom, ZEN content increased rapidly and reached a peak at bloom stage. This indicated that ZEN might be closely related to flowering processes of soybean. The contents of cytokinins (CTK) were no difference in the early stage of the differentiation compared with that in vegetative bud, and increased rapidly in the late stage. The results suggested that the higher content of CTK were necessary for the development of reproductive organs. The content of abscisic acid(ABA) was lower in reproductive organs and higher in vegetative organs.

Key words Soybean (*Glycine max* L.); Zearalenone; Cytokinins; Abscisic acid