

大豆成花的光周期诱导研究^①：

I. 顶芽内植物激素及同化物的变化

李秀菊^② 孟繁静

(生物学院)

摘 要 大豆短日(SD)诱导期间,顶芽内的玉米赤霉烯酮(ZEN)含量始终比连续光照(CL)下的高;在SD诱导的第2天,顶芽中总细胞分裂素(CTK)含量1.9倍于CL下的CTK含量;游离氨基酸也一直维持较高含量水平;同化物中,除SD诱导的第2天可溶糖含量较高和诱导结束时的蔗糖含量较CL下的高外,其余的测定中CL下的可溶糖、蔗糖及淀粉含量CL下均比SD下的高。可见,大豆光周期诱导期间,顶芽内发生了一系列与成花转变有关的变化。

关键词 短日诱导; 植物激素; 同化物; 大豆; 顶芽

中图分类号 Q945.43

Studies of Photoperiodic Induction for Flowering of Soybean:

I. Changes of Plant Hormones and Assimilates in the Apical Bud

Li Xiuju Meng Fanjing

(College of Biology)

Abstract Using *Glycine max* L. cv. Zao 12 as the experiment material, changes of plant hormones and assimilates in the apical bud were studied. The results showed that the content of endogenous zearalenone(ZEN) was higher than that of CL treatment in the process of photoperiodic induction. In the 2nd day of induction, the cytokinins(CTK) contents in apical bud were 1.9 times higher than that in CL condition. The content of free amino acids in plants growing under SD was higher than that of CL treatment. The content of soluble sugar was higher in 2nd day of induction and sucrose content was 1.5 times higher than in CL. According to these results, we might conclude that plant hormones and assimilates might play very important role in the photoperiodic induction period of soybean.

Key words photoperiodic induction; plant hormone; assimilate; soybean; apical bud

如前文所述^[1],植物成花过程可划分三个阶段:即花的启始、花的形态建成以及生殖器

收稿日期: 1995-10-13

①国家攀登计划资助项目和国家自然科学基金资助项目 39330010

②李秀菊,山东泰安山东农业大学园艺系,271018

官出现后至开花的发育过程。环境因子特别是光照条件是影响植物成花的因子之一。本研究取短日经济作物大豆为材料,探讨其在光周期诱导期间,光周期信号的反应器官——顶芽内的植物激素及同化物变化,为研究高等植物成花机理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

将筛选的饱满大豆(*Glycine max* L.)‘早12’种子用0.1% HgCl_2 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,将幼苗的一部分进行短日(SD)诱导(光/暗9 h/15 h)处理;另部分保持在连续光(CL,晚上或阴天以生物效应灯补充光照)下作为对照,分别在光周期诱导的第2,4,6,8,10天取顶芽进行各项的分析,全部试验重复三次。

1.2 样品提取及测定

玉米赤霉烯酮的提取与测定 参见前文^[1]。

细胞分裂素的提取与测定 参见前文^[1]。

可溶糖、蔗糖及淀粉的提取与测定用蒽酮法:

称取0.5 g的植物材料,研磨后盛入有蒸馏水的试管中,沸水提取10 min,离心后上清液用于测定可溶糖及蔗糖;9.6 mol·L⁻¹高氯酸将残渣水解后,按常规方法分析淀粉含量^[3,4]。

总游离氨基酸含量的提取与测定——茚三酮显色法:

称取0.4 g的植物组织,用pH5.4醋酸缓冲液研磨提取,提取液转入离心管,离心后取一定量上清液,加酸性茚三酮显色^[2]。

2 实验结果

2.1 光周期诱导期间玉米赤霉烯酮含量变化

大豆子叶出土后,给予不同光周期处理,对分别生长在SD和CL下的大豆顶芽内源ZEN含量测定结果表明(图1),短日诱导期间,SD下顶芽内的ZEN含量始终高于CL下的,大豆出苗后第一次取样时顶芽内的ZEN含量最高,达4.14 fmol·mg⁻¹(FW),2个SD后,顶芽内的ZEN含量迅速下降到1.33 fmol·mg⁻¹FW,但和CL下的相比,ZEN下降幅度小,诱导的前4 d SD下ZEN含量为CL下的1.9倍。在成花诱导即将完成的第8天,ZEN含量又迅速上升,之后维持在较高水平。生长在CL下的大豆顶芽内ZEN含量在诱导前期一直低于SD下的,到第8~10天时含量也增加,但增加幅度不及前者。

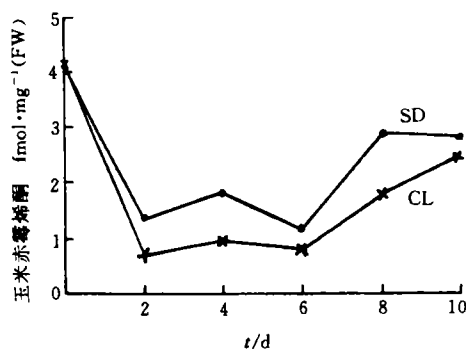


图1 光周期诱导期间顶芽内ZEN含量的变化

2.2 光周期诱导期间细胞分裂素含量变化

对光周期诱导期间内源 iPAs, ZRs, DHZRs 含量测定结果表明(图 2),在短日诱导的第 2 天顶芽内 iPAs, ZRs, DHZRs 含量均比 CL 下的高,之后 CL 下生长的大豆顶芽内 iPAs 从第 2 天开始含量迅速升高,并一直维持在较高水平;ZRs 则在 CL 的第 4 天有一含量高峰;DHZRs 从 CL 的第 2 天起逐渐上升。可见,除开始诱导的第 2 天 CTK 总含量在诱导的顶芽内 1.9 倍于 CL 下的外,在以后的生长过程中 CL 下的总 CTK 含量始终高于 SD 下的,这可能是 CL 下大豆植株生长旺盛的原因之一。

2.3 光周期诱导期游离氨基酸含量的变化

图 3 为顶芽内游离氨基酸含量的测定结果,无论是生长在 SD 下的还是生长在 CL 的大豆顶芽,随发育进程,游离氨基酸含量均逐渐下降,但生长在诱导条件下,其游离氨基酸含量始终高于 CL 下的,这种差异在前期表现很明显。说明短日诱导下的大豆氨基酸代谢较活跃,这与真叶内游离氨基酸含量的检测结果一致^[1]。

2.4 光周期诱导期可溶糖、蔗糖及淀粉含量的变化

对生长在不同光周期下大豆顶芽的可溶糖、蔗糖及淀粉含量的测定结果表明(表 1),可溶糖和蔗糖在诱导的关键时期均发生较明显的变化,SD 下的第 2 天可溶糖含量较高,诱导结束的第 10 天蔗糖含量为 CL 下的 1.5 倍。这些变化很可能与大豆顶芽的成花过程密切相关。

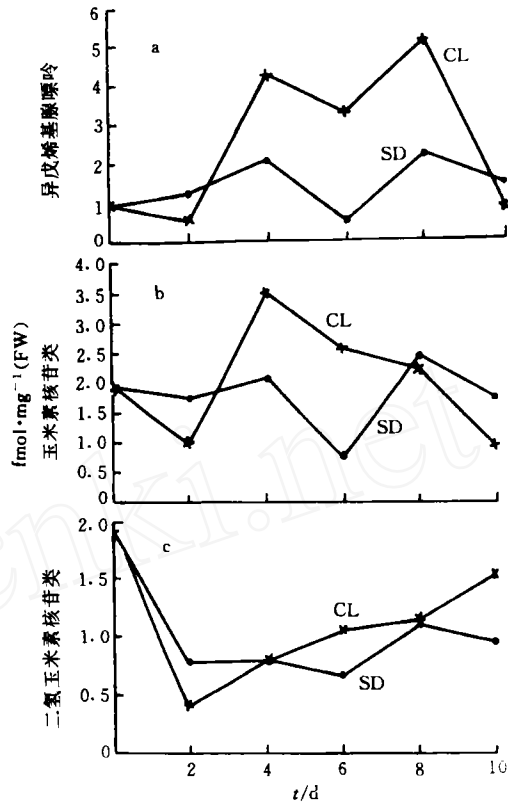


图 2 光周期诱导期间顶芽内 iPAs(a), ZRs(b)和 DHZRs(c)含量的变化

表 1 光周期诱导期顶芽内可溶糖、蔗糖及淀粉含量变化 mg·g⁻¹(FW)

项 目	t/d						
	0	2	4	6	8	10	
SD	可溶糖	7.70	5.54	3.57	2.14	2.97	5.51
	蔗糖(μg·g ⁻¹)	545.2	437.1	454.1	352.1	211.9	520.9
	淀 粉	3.49	3.28	2.96	1.93	2.86	6.44
CL	可溶糖	7.70	3.76	3.51	3.63	3.63	6.85
	蔗糖(μg·g ⁻¹)	545.2	453.2	485.6	483.0	252.2	349.1
	淀 粉	3.49	4.27	4.22	3.46	3.50	7.55

3 讨论

顶芽是植物在植物光周期诱导期间光照信号的反应器官,探讨光周期诱导过程中顶芽内的 ZEN 及植物激素等的变化,将为阐明高等植物成花机理提供依据。

自 80 年代初,李季伦等^[3]发现冬小麦茎尖生长点中有 ZEN 以后,先后对冬性植物茎尖生长点内源 ZEN 进行了系统检测,发现 ZEN 高峰的出现是冬性植物低温春化完成的标志^[4,5];短日青萍 6746^[6]和长日青萍 G₃^[7]光周期诱导过程中也出现 ZEN 含量高峰,说明 ZEN 与植物成花的光、温诱导密切相关。本文在研究短日植物大豆时,发现诱导条件下顶芽中 ZEN 含量一直维持较高水平,推测这种变化有利于茎尖生长点花芽分化的启始。这与冬小麦长日光周期诱导阶段茎尖生长点内 ZEN 含量较高的报道一致^[8]。

近年来有研究发现,秋海棠、紫苏和白芥在成花诱导后,叶片或顶芽外渗液中,CTK 含量增加^[9~11],证明细胞分裂素作为成花诱导信号系统的一成员,参与植物的成花过程;Thomas 等^[12]发现大豆短日诱导的第 3 天顶芽或侧芽分生组织细胞同步化于 G1 期,BA 处理白芥顶芽时也观察到细胞的同步化^[13]。本研究对顶芽内 CTK 的分析结果表明,短日诱导的第 2 天顶芽中的 CTK 含量为 CL 下的 1.9 倍,恰处于顶芽细胞迅速分裂的前期,可见,SD 下大豆顶芽内 CTK 的积累很可能与大豆顶芽的成花转变有关,诱导前期高的 CTK 含量可能有利于顶芽分生组织进行同步的细胞分裂。

与植物激素变化相对应,光周期诱导过程中物质代谢也发生了很大变化。光周期诱导期间,顶芽内游离氨基酸含量一直维持较高水平,与真叶的测定结果相近,说明生殖芽中的氨基酸代谢也较旺盛,为大豆顶芽的成花转变提供有用的中间代谢物质。

已有研究表明,多数情况下光周期诱导导致顶芽中糖的增加。长日植物二色金光菊经过一~二个 LD 诱导后,顶芽内可溶糖含量上升^[14],发生成花转变的红花三叶草,顶芽内的可溶糖包括蔗糖、果糖、6-P-果糖和 6-P-葡萄糖含量及淀粉含量均增加^[15]。本研究也观察到,光周期诱导期间大豆顶芽中的可溶糖含量在诱导的第 2 天比 CL 下的高,推测这可能为顶芽的成花转变提供所必需的同化物。最近有人分析白芥顶芽内的蔗糖含量时发现,诱导后蔗糖含量明显增加^[16],Bernier^[17]认为蔗糖可能作为信号因子启动分生组织中与成花有关的某些关键步骤。本研究发现,大豆短日诱导结束时顶芽内蔗糖含量是 CL 下的 1.5 倍。在大豆成花转变中蔗糖可能起重要作用。

综上所述,光周期诱导期间,顶芽内 ZEN,CTK 和代谢物质均发生了深刻变化,推测 ZEN 及 CTK 等共同参与了大豆顶芽的成花转变过程。

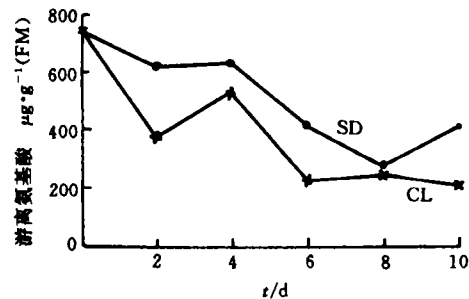


图 3 光周期诱导期间顶芽内游离氨基酸含量的变化

参 考 文 献

- 1 李秀菊,孟繁静. 大豆成花的光周期诱导研究: I. 真叶内植物激素及同化物的变化. 中国农业大学学报, 1996, 1(5): 35~39
- 2 汪沛洪等. 蛋白质含量的测定——考马斯亮兰 G-250 法. 西安: 陕西科学技术出版社, 1986, 66~67
- 3 李季伦, 朱彤霞, 张箴等. 玉米赤霉烯酮的研究. 北京农业大学学报, 1980, (1): 13~28
- 4 孟繁静, 阙月美, 张蜀秋. 冬性植物体内类玉米赤霉烯酮与春化作用的关系. 植物学报, 1986, 28(6): 622~627
- 5 傅永福, 孟繁静. 玉米赤霉烯酮与冬小麦的生长与发育. 作物学报, 1994, 20: 271~276
- 6 韩玉珍, 孟繁静. 玉米赤霉烯酮影响微青萍生长发育的研究. 科学通报, 1990, 22: 1 744~1 746
- 7 傅永福, 孟繁静. 玉米赤霉烯酮对膨胀青萍 G_3 生长与发育的影响. 植物生理学报, 1993, 19: 395~398
- 8 王琿, 于静娟, 孟繁静. 冬小麦不同发育时期内源玉米赤霉烯酮含量变化对抽穗的影响. 北京农业大学学报, 1992, 18(1): 46, 52
- 9 Hansen C E, Kopperud C, Heide O M. Identity of cytokinins in *Begonia* leaves and their variation in relation to photoperiod and temperature. *Physiol Plant*, 1988, 73: 387~391
- 10 Grayling A, Hanke D E. Cytokinins in exudates from leaves and roots of red perillia. *Phytochemistry*, 1992, 31: 1 863~1 868
- 11 Lejeune P, Bernier G, Requier M C, et al. Cytokinins in phloem and xylem sap of *Sinapis alba* L. during floral induction. *Physiol Plant*, 1994, 90: 522~528
- 12 Thomas J F, Kanchanapom M L. Shoot meristem activity during floral transition in *Glycine max* (L.) Merr. *Bot Gaz*, 1991, 152: 139~147
- 13 Kinet J M. Environmental, chemical, and genetic control of flowering. *Hort Rev*, 1993, 15: 279~334
- 14 Komarova E N, Milyaeva E L. Changes in content and distribution of starch in stem apices of bicolored coneflower during thee period of flowering evocation. *Fiziol Rast*, 1991, 10: 291~303
- 15 Jones T W A. Use of a flowering mutant to investigate changes in carbohydrates during floral transition in red clover. *J Exp. Bot*, 1990, 41: 1 013~1 019
- 16 Lejeune P, Bernier G, Requier M C, et al. Sucrose increase during floral induction in the phloem sap collected at the apical part of the shoot of the long-day plant *Sinapis alba* L. *Planta*, 1993, 190: 71~74
- 17 Bernier G. Physiological signals that induce flowering. *The Plant Cell*, 1993, 5: 1 147~1 155