

R₅期遮荫对大豆植株体内源 激素和酶活性的影响*

张秋英¹ 刘晓冰¹ 金 剑¹ 王光华¹ 杨恕平¹ 大崎 满²

(1. 中国科学院黑龙江农业现代化研究所, 哈尔滨, 150040;

2. 日本北海道大学农学部植物营养讲座, 札幌, 060-8589, 日本)

摘要 在R₅期利用人为每天遮荫8小时, 连续遮荫10天, 研究了遮荫对生殖生长期大豆叶片蔗糖合成酶(SS), 蔗糖磷酸合成酶(SPS), 谷氨酸合成酶(GS)活性及叶片和子粒中的四种内源激素含量的影响, 结果表明: 遮荫明显增加叶片的三种酶活性, 提高子粒中 iPA, GA 和 ABA 的含量, 改变叶片中 GA, iPA 和 IAA 的积累方式。认为酶活性及内源激素的变化是大豆忍耐遮荫不良环境的积极生理反应, 有助于减少产量和品质损失。

关键词 酶活性; 内源激素; 遮荫; 大豆

0 前言

多数研究已证明: 大豆生殖生长后期足够的同化能力(源强)对产量的形成极为重要(Board 等, 1995; Pigeaire 等, 1986)。在R₁至R₅期, 影响荚数的产量因子已经形成, 最终每节荚数在接近R₆期决定, R₆期以后明显减少源强对荚数几乎没有影响, 而R₁至R₆期间遮荫降低总荚数20%, 导致产量减少30% (Board 和 Tan, 1995)。R₅期摘去全部叶片降低每荚粒数, 百粒重, 脂肪含量及68—73%的产量损失, 但显著提高蛋白质含量(王光华等, 1999)。一些研究表明: 源—库改变影响硝酸盐的吸收和还原, 从而影响大豆干物质及氮素积累与分配(Fujita 等, 1997; Schonbeck 等, 1986), 然而, 源库改变影响大豆产量和品质的机制尚不清楚。本研究旨在通过人为遮荫, 探讨大豆植株主要酶活性和内源激素对源强改变的反应。

1 材料与方法

本研究利用盆栽试验在中国科学院黑龙江农业现代化所盆栽试验场进行。大豆品种为合丰35, 5月10日播种, 播种时按公顷施磷酸二铵150kg, 硫酸锌15kg作种肥施入, 正

* 本研究是中国科学院九五重点项目, 《作物产量与品质形成及高产优质调控技术》的一部分。
收稿日期 1999-10-28
Received on Oct. 28, 1999

常管理,根据 Fehr 和 Caviness(1977)的生育期划分标准,在 V₁ 时期间苗到每盆 5 株。从 R₅ 期开始,对 15 盆植株进行遮光,每天遮光 8 小时,连续遮光 10 天。从遮光结束后的第 15 天(即 R₅ 期后的 25 天或遮光处理的第 25 天)开始,每隔 5 天取样一次,共取样三次即处理后 25 天、30 天、35 天。取主茎上数第二片叶和主茎中部荚中的子粒,进行酶活性和内源激素的测定。

样品处理和测定方法:生育期间剪取的叶片和子粒立即准确称重 0.5g 左右,用锡纸包裹编号质密闭小瓶中,放入液氮罐中速冻并保存在超低温冷柜中,收获时的子粒在 80℃ 烘干箱中烘至恒重,利用小型超高速粉碎机粉样,过筛编号以待测定。测定激素的样品在冰浴上粉碎过滤,然后再在 4℃ 低温离心机上离心 20 分钟(5000 转/秒),上清液采用萃取技术提纯,采用 ELISA 测定,所用激素药盒由南京农业大学植物激素研究室购置。酶活性测定:GS 和 SPS 采用 Lee 等(1992)的方法,SS 采用 Fieuw(1987)方法。蛋白质测定采用凯氏定氮法,脂肪测定采用残余法。

2 结果与分析

2.1 遮荫对叶片激素含量的影响

图 1、2、3 表明:遮荫明显改变叶片 iPA、GA 和 IAA 的含量,对照植株 iPA 和 GA 含量逐渐降低,而处理植株的含量则相反,表现为直线上升。IAA 变化方式表现为:未处理的植株 IAA 含量稳定增加,而处理植株的含量逐渐减少。然而,取样的前两个时期,处理植株的 IAA 含量显著高于对照。这些结果表明:遮荫影响了叶片激素含量并改变了叶片中激素的正常积累方式。

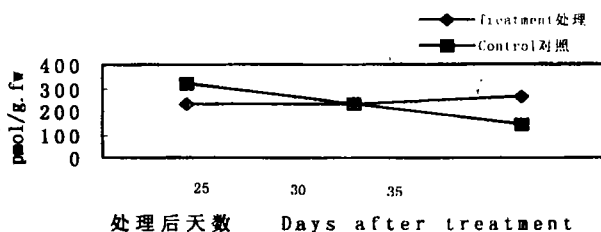


图 1 遮荫对叶片 iPA 含量的影响

Fig. 1 Effect of shading on leaf iPA content

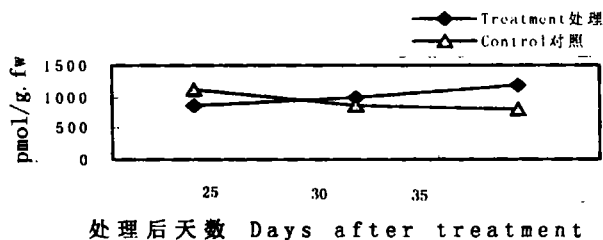


图 2 遮荫对大豆叶片内 GA 含量的影响

Fig. 2 Effect of shading on leaf GA content

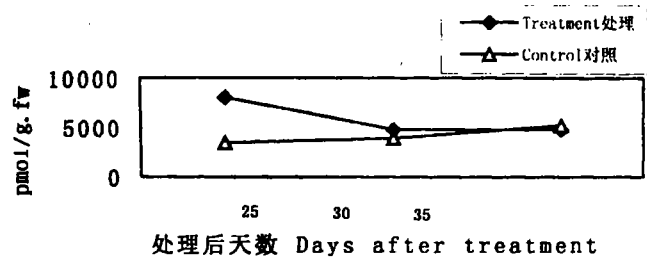


图 3 遮荫对大豆叶片 IAA 含量的影响

Fig. 3 Effect of shading on leaf IAA content

2.2 遮荫对子粒激素含量的影响

表 1 可以明显看出:处理和未处理植株子粒中激素的动态变化明显不同,随着子粒的发育,遮荫植株中所有内源激素含量逐渐增加,而对照植株 iPA 和 GA 含量则明显降低, IAA 的变化也不同于遮荫处理,只有 ABA 变化相似。表中还可看出,取样的第一个时期,处理植株的 iPA、GA、ABA 的含量低于对照,而后期显著的高于对照($p<0.01$)。说明遮荫改变了子粒中激素的平衡。

表 1 遮荫对子粒内源激素含量的影响

Table 1 Influence of shading on seed endogenous hormone content

| 激素 Hormones | 处理 Treatment | 处理后天数 Days after treatment | | |
|----------------|-----------------|----------------------------|----------|-----------|
| | | 25 | 30 | 39 |
| IPA | 对照 Control | 1682 | 1263 | 99 |
| | 处理 Treatment | 1374 | 2432 | 2719* * |
| GA | 对照 Control | 243 | 121 | 89.5 |
| | 处理 Treatment | 239 | 378* * | 1157* * |
| IAA | 对照 Control | 3437 | 4744 | 1893 |
| | 处理 Treatment | 2652* * | 2475* * | 3749* * |
| ABA | 对照 Control | 7748 | 43028 | 105684 |
| | 处理 Treatment | 5492* | 77417* * | 158303* * |

* * 和 * 表明对照与处理间的显著水平。

表 2 遮荫对处理后 30 天叶片主要酶活性变化的影响

Table 2 Influence of shading on main enzymes of leaf during reproductive development at 30 days after treatment

| 处理 Treatment | 蔗糖合成酶(SS) | | 蔗糖磷酸 合成酶 SPS | 谷氨酰氨合成酶 GS ($\mu\text{molY}-\text{谷氨酰脞胺酸/g. Fw. min}$) |
|-----------------|-------------------|--|--------------------|--|
| | 合成方向 Synthesis | 分解方向 Decomposition ($\mu\text{mol 蔗糖/g. Fw. min}$) | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 对照 Control | 0.223 | 3.058 | 0.628 | 0.548 |
| 处理 Treatment | 0.341 * | 3.103 | 0.767 * | 1.012 * * |

2.3 遮荫对叶片主要酶活性和产量品质的影响

表 2 表明:遮荫显著提高 GS 和 SPS 的活性,也提高 SS 合成方向的活性,但对 SS 分解方向活性没有影响。分析收获时产量和品质发现,遮荫不仅降低单株荚数和粒数,导致 22% 的产量损失,也降低了子粒蛋白质含量和含油量,尤其是蛋白质含量(表 3)。

表 3 遮荫对大豆产量和品质的影响

Table 3 Influence of shading on yield and quality in soybean

| 项目 Items | 单株干重 Dry weight (g) | 株高 Height (cm) | 总荚数 Total pod | 单株粒数 Seed number | 单株粒重 Seed weight (g) | 脂肪含量 Oil (%) | 蛋白质含量 Protein (%) |
|-------------|---------------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| 对照(CK) | 25.82 | 81.1 | 23.4 | 56.2 | 15.62 | 19.61 | 40.99 |
| 处理(TR) | 20.62 | 82.6 | 18.2 | 42.8 | 12.18 | 19.45 | 39.26 |

3 讨论

已有研究表明:生殖生长期改变源强降低大豆的产量(Brun, 1978; Christy 和 Porter, 1982; Board 和 Tan, 1995),但他们的研究要么集中在源强对子粒生长速率,灌浆期的长短的影响(Jiang 和 Egli, 1993),要么就是对荚数的影响的分析上(Board 等, 1995),尽管这些参数或指标对解释源强改变后影响产量的环境因素是有益的,种植者可以明确什么时期最佳的源强可以获得最高的产量,但这只是源强改变后的最终结果。本研究发现,遮荫(减少源强)在降低产量的同时,增加了叶片中 GA、IPA 的含量和子粒中 iPA GA ABA 的含量,说明激素含量的变化参与了源强改变降低产量的过程,进一步表明激素调节着产量形成。研究已经证明,叶面喷施 GA 可以补偿光和源的不足,延迟叶片衰老;ABA 促进大豆叶片的蔗糖吸收(Schussler 等, 1984);子粒中的 IAA 是参与其他器官发育控制的信号(Huff 和 Dybibing, 1980)。从本研究的结果可以初步认为:激素对遮荫的反应是大豆忍耐不良环境的一种主动应变反应,即在遮荫条件下,这些激素的变化为植株充分有效地利用同化产物提供了一定生理基础,没有它们的变化,产量可能会减少的更多。本研究中叶片合成方向 SS 活性和 SPS 活性及 G 活性的增加也可能起着类似的作用。子粒中储存的氮素多数来源于贮存在营养体的氮素的重新运转,也有一部分来自当时的氮素同化,因此,后期遮荫影响成熟时的蛋白质含量可能是直接影响了当时的氮素同化,当然,遮荫对氮素运转及 NR 活性的影响也不可低估,这方面的研究有待于深入探讨。

参 考 文 献

- 1 王光华,刘晓冰,金剑等,生殖生长期源库改变对大豆蛋白质脂肪含量和产量形成的影响,大豆科学,1999,18(4): 54—59
- 2 Board, J. E., A. T. Wier and D. J. Boethel, Source strength influence on soybean yield formation during early and late reproductive development, Crop Sci. 1995, 35: 1104—1110
- 3 Board, J. E. and Tan, Assimilatory capacity effects on soybean yield components and pod number, Crop Sci. 1995, 35: 846—851
- 4 Brun, W. A. Assimilation capacity effects on soybean yield components and pod number, Crop Sci. 1978, 35: 845—851
- 5 Christy, A. L. and C. A. Porter, Development, carbon metabolism and plant productivity. P. 499—511, In Govind-

- jee(ed.) Photosynthesis. 1982, Vol. 2. Academic Press, New York
- 6 Egli, D. B., R. D. Guffy, L. Meckel et al. The effect of source—sink alteration on soybean seed growth. *Ann. Bot.* (London), 1985, 55:395—420
 - 7 Fehr, W. R., and C. E. Caviness, Stages of soybean development: Iowa Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 1977, 80. Ames
 - 8 Fief, S. and J. Wiuenbrink, Sucrose synthetase and sucrose phosphate synthetase in sugar beet plants, *J. of Plant Physiology*, 1987, 131:153—162
 - 9 Fujita, K., T. Morita and H. Nobuyasu, Effect of pod removal on absorption and reduction of nitrate in soybean, *Soil Sci. Plant Nutr.* 1997, 43(1):63—73
 - 10 Huff, A. and C. D. Dybbing, Factors affecting shedding of flowers in soybean, *J. Exp. Bot.* 1980, 31:751—762
 - 11 Lee, R. B. and J. V. Purves, Nitrogen assimilation and the control of ammonium and nitrate absorption by maize roots, *J. of Experimental Botany*, 1992, 43:20—25
 - 12 Jiang, H. And D. E. Egli. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agron. J.* 1993, 85:221—225
 - 13 Pigeaire, A. C., C. Duthion, and O. Turc. Characterization of the final stage in seed abortion in indeterminate soybean, white lupin and pea. *Agronomie (Paris)* 1986, 6:371—378
 - 14 Schonbeck, M. W., F. C. Hsu and T. M. Carlsen, Effect of pod number on dry matter and nitrogen accumulation and distribution in soybean, *Crop Sci.* 1986, 26:7683—7688
 - 15 Schussler, J. R., M. L. Brenner, and W. A. Brun, Absciscic acid and its relationship to seed filling in soybeans, *Plant Physiol.* 1984, 76:301—306

EFFECT OF R₅ SHADING ON HORMONE AND ENZYME ACTIVITIES IN SOYBEAN

Zhang Qiuying¹ Liu Xiaobing¹ Jin Jian¹ Wang Guanghua¹

Yang Suping¹ Mitsuru Osaki²

(1. *Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Harbin, 150040;*

2. *Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, 060—8589, Japan*)

Abstract Sucrose synthetase (SS), sucrose phosphate synthetase (SPS), glutamine synthetase (GS) activities in leaf and endogenous hormone contents in leaf and seed were investigated during soybean reproductive development after 10 days artificial daily 8 hours shading from R₅ stage. The results show that shading enhances leaf enzyme activities significantly, and increases iPA, GA and ABA contents in seed and changes GA, iPA and IAA patterns in leaf. It is suggested that the rise of enzymes and change of hormones is an active physiological responses of soybean to endure shading stress, which might set off yield loss and quality formation.

Key words Enzymes activities; Endogenous hormones; Shading; Soybean