

蛋白质含量不同的大豆籽粒形成过程中内源激素活性的变化^{*}

刘晓冰 金 剑 王光华 杨恕平 张秋英 李艳华

(中国科学院黑龙江农业现代化所, 哈尔滨 150040)

摘要 对蛋白质含量不同的大豆籽形成过程中内源激素活性变化的研究表明: GA_3 活性在不同基因型大豆中存在着差异, 但活性高峰期和总的变化规律在品种(系)间是相似的。高蛋白和中蛋白含量的品种在籽粒发育初期就表现出较高的 GA_3 活性, 高蛋白和中蛋白品种的 PA_s 和 IAA 活性在籽粒形成过程中出现两个高峰期, 而低蛋白品系的 IAA 只出现一个高峰期。中蛋白品种的 PA_s 活性在籽粒形成过程中明显高于其他类型的品种。而低蛋白品系的 IAA 活性在籽粒形成过程中都明显高于高、中蛋白含量的品种。由此初步认为, 内源激素活性变化与不同基因型大豆的蛋白质积累有关, 单一 GA_3 活性和 IAA 活性参与蛋白质积累的调节激素之间的平衡, 尤其是 R_5 期后 20 天 IAA/PA_s 的比值与成熟期籽粒蛋白质含量关系密切, 呈负相关关系。

关键词 内源激素活性; 籽粒发育; 蛋白质; 大豆

大豆生殖生长始于花蕾形成期, 随着花的发育、开花、荚、籽粒形成, 储存在植株体内的营养物质开始在籽粒中积累, 当籽粒达到最大干重时, 籽粒达到生理成熟期, 大豆生殖生长完成。大豆籽粒形成是从植株体如叶、茎、柄中储藏的营养物质向籽粒运转, 在大豆籽粒里合成其主要储藏营养物质—蛋白质和脂肪的过程。一般对籽粒生长发育的研究主要从二方面报道较多, 一是单粒籽粒干物质积累率, 二是干物质积累时间的长短。Egli 等人 (1984) 报道了不同基因型大豆籽粒干物质积累率和干物质积累时间的关系, 发现籽粒干物质积累速率和灌浆持续期在基因型间存在明显差异, 有研究表明籽粒干物质积累率受到植株体内同化产物有效性和种子含水量的影响, 也可能受到生长物质的调节 (Adams 和 Rinne, 1980; Schussier 等人, 1984), 但关于干物质积累持续期受什么因素影响的报道较少。众所周知, 正在发育的籽粒富含激素, 然而, 关于激素在大豆籽粒生长发育中所起的作用尚未明确 (Bewley 和 Black, 1978)。本研究旨在研究不同基因型大豆籽粒形成过程中内源激素的变化, 以期揭示其在蛋白质积累中的可能作用。

^{*} 本研究是中国科学院“九五”重点项目“松嫩平原黑土区作物产量与品质形成及其高产优质调控技术研究”的部分结果。

收稿日期 1999-04-21

Received on April 21, 1999

1 材料与方法

试验地设在中国科学院海伦农业生态试验站(北纬 47℃), 土壤为典型黑土。供试材料为蛋白质含量不同的三个大豆品种(系), 即高蛋白品种黑农 35 中蛋白品种合丰 35 低蛋白品系东农 30472

试验采取随机区组法, 三次重复, 人工精量点播, 播量 30 万株 /hm², 垄宽 70cm, 垄长 5m, 每小区 7 条垄。在播种同时施入二铵 150kg /hm²。病虫草防治采用常规方法。在 R₅ 期后(生育期按 Fehr 和 Caviness 法) 10 20 30 40 50 天, 每小区各选 5 株大豆, 接取中上部大豆籽粒作为供试材料。大豆蛋白质测定方法是籽粒在 105℃ 烘箱中烘 30 分钟, 然后在 80℃ 下烘至恒重, 粉碎、编号, 采用凯氏定氮法测定。内源激素与活性测定方法是准确称量 0.5g 左右籽粒鲜样, 用吸水纸包好, 置小瓶内, 编号, 立即投入液氮里。然后保存在超低温冰柜中, 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 药盒测定大豆籽粒激素含量(药盒购自南京农业大学)。

2 结果与分析

2.1 籽粒发育过程中相对蛋白质含量变化

从图 1 可以看出品种间蛋白质积累趋势是不同的, 中、低蛋白品种(系)合丰 35 和东农 30472 籽粒蛋白质的相对含量随着籽粒形成积累量逐渐增加, 达到高峰后开始下降, 其中合丰 35 下降甚微, 而东农 30472 相对蛋白质含量积累最高峰分别出现在 R₅ 期后 40 天和 30 天。高蛋白含量的黑农 35 相对蛋白质含量积累出现二个高峰期, 一个出现在 R₅ 期后 10 天, 另一个出现在 R₅ 期的第 50 天。

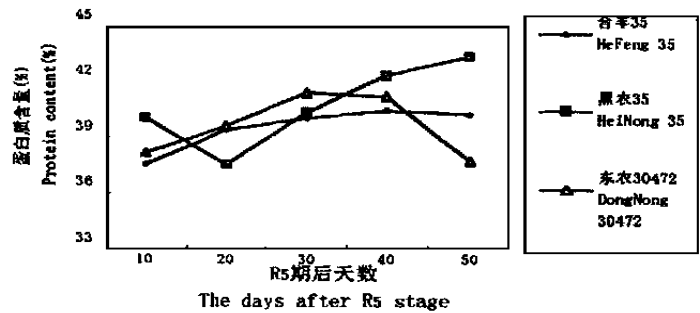


图 1 鼓粒期蛋白质含量变化

Fig. 1 The change of protein content during seed development

2.2 籽粒发育过程中 GA₃ 活性变化

从图 2 看出, 不同基因型大豆籽粒发育过程中 GA₃ 活性变化趋势虽相似, 但不同时期活性变化尚有一定差异, 尤以成熟期差异达极显著水平 (p< 0.01)。中蛋白和高蛋白的品种 GA₃ 从 R₅ 期后 10 天至 20 天逐渐上升, 然后, 合丰 35 缓慢下降, 而黑农 35 快速下降, 当达到最低点量, 又开始回升, 直至成熟。而东农 30472 则从 R₅ 后 10 天有所下降, 30

天时又逐渐上升。从图中还可以看出高蛋白品种的 GA_3 活性在 R_5 后 10 20 30 天都明显高于低蛋白品系 ($p < 0.05$)。这表明在大豆籽粒形成初期 GA_3 活性高低可能是衡量成熟期籽粒蛋白质含量的一个重要生理指标。

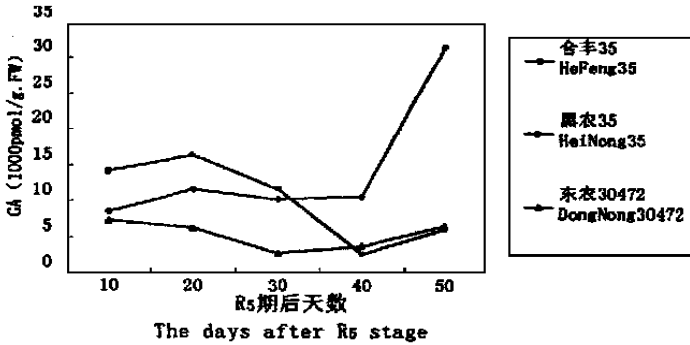


图 2 鼓粒期 GA 活性变化

Fig. 2 The change of GA activities during seed development of soybean

2.3 籽粒发育过程中 iPA s 活性变化

图 3 表明: 品种间籽粒形成过程中 iPA s 活性变化趋势相差不大, 但积累高峰期有所差别。高蛋白品种黑农 35 二个高峰出现时间都比合丰 35 早 10 天。从图 3 还可以看出, 在籽粒形成的所有时期合丰 35 的 iPA s 活性都明显地较另二个品种(系)低, 尤其是在 R_5 期后 10 天和 40 天表现为甚。鉴于总体上讲, 合丰 35 属于高产优质品种, 因此, 在籽粒形成过程中较低的 iPA s 活性可能参与高产高蛋白的调节。

2.4 籽粒形成过程中 IAA 活性变化

图 4 表明: 中蛋白和高蛋白品种的 IAA 活性变化趋势与 iPA s 和 GA_3 活性变化相似, 都有二个高峰期。但高蛋白品种黑农 35 第一个高峰出现在 R_5 期后 10 天, 比中蛋白品种合丰 35 第一个高峰出现时间早 10 天, 而两品种第二个高峰出现时间一致。低蛋白品系东农 30472 只有一个高峰, 出现在 R_5 期后 20–30 天。从第三个品种(系) IAA 活性来看, 除了黑农 35 在 R_5 期后 10 天 IAA 活性高于东农 30472 外, 东农 30472 的 IAA 活性在所有

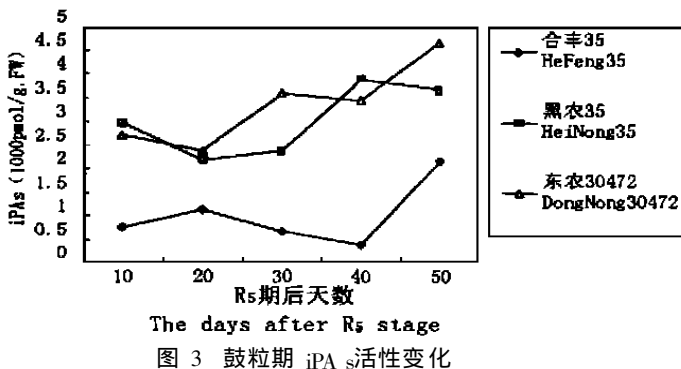


图 3 鼓粒期 iPA s 活性变化

Fig. 3 The change of iPA s activities during seed development of soybean

时期都明显高于中、高蛋白品种。表明在籽粒发育过程中 IAA 活性可能与籽粒低蛋白含量有关。

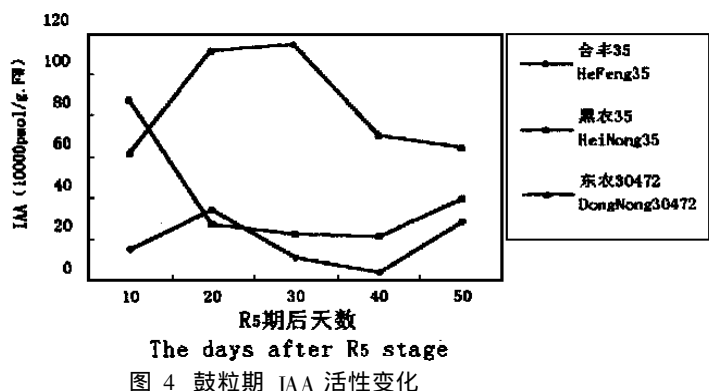


图 4 鼓粒期 IAA 活性变化

Fig. 4 The chaneg of IAA activities during seed development of soybean

3 讨论

过去,人们对作物产量与品质关系的生理研究大都注重于物质生产的过程,很少重视在籽粒发育过程中籽粒本身对这些物质的利用及其籽粒内部的变化.研究已经表明:大豆籽粒在形成过程中从植株体内吸收各种营养物质,在籽粒中形成自己的储藏物质—蛋白质和脂肪(Thome 1985).然而,正发育的大豆籽粒并不是完全受到植株体调控的被动接收的“库”,籽粒本身具有很强的生理活性,可以在很多方面调控籽粒的形成. Jones(1994)认为,籽粒形成过程一部分可以受到其自身的生理活性调控,即籽粒在形成初期就具备了积累干物质的潜力.

从本试验结果表明,内源激素参与大豆籽粒发育过程,在蛋白质积累过程中起一定作用,这是因为不同基因型的 GA_3 、 IPA_s 和 IAA 活性变化在籽粒形成初期就有差异. 蛋白质含量高, GA_3 、 IPA_s 和 IAA 活性都高,而蛋白质含量低的品系 IAA 活性较高. 对 IAA / GA_3 、 IPA_s / GA_3 和 IAA / IPA_s 的比值分析表明(表 1),决定籽粒蛋白质含量高低的关键时期是 R_5 期后 20 天,其 R_5 期后 20 天的 IAA / IPA_s 变化与成熟籽粒蛋白质含量呈负相关.

表 1 R_5 期后 20 天 IAA / GA_3 、 IPA_s / GA_3 、IAA / IPA_s 的比值

Table 1 The ratio of IAA / GA_3 、 IPA_s / GA_3 and IAA / IPA_s at 20 days after R_5 stage			
品种 Cultivars	IAA / GA_3	IPA_s / GA_3	IAA / IPA_s
合丰 35 H efeng 35	29.5	0.098	302.2
黑农 35 H einong 35	16.5	0.133	123.9
东农 30472 Dongnong 30472	108.1	0.383	470.1

此外,参与籽粒形成过程并不局限于上述几种内源激素. 另外一些激素,如 ABA 在籽粒形成过程中也存在,且 ABA 具有调控 C 和 N 向籽粒中运转的作用(Schussler 等, 1991),所以蛋白质的积累是受内源激素之间相互作用调控的.

总之,不同基因型大豆籽粒形成中内源激素活性明显不同,内源激素参与了蛋白质的积累,高蛋白品种(系)内源激素 GA_3 活性高,低蛋白品种(系) IAA 活性高. R_5 期后 20 天的 IAA / IPA_s 变化与成熟期籽粒蛋白质含量呈负相关. 当然,激素参与蛋白质的合成可能

与其影响 tRNA 数量及酶活性有关, 这方面工作有待进一步研究

参 考 文 献

- 1 Adams C. A., and R.W. Rinne Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. *Int. Rev. Cytol.* 1980, 68: 1-8
- 2 Bewley J. D., and M. Black. *Physiology and Biochemistry of seeds. I. Development, germination and growth*. Springer-Verlag, Berlin, 1978
- 3 Carlson J. B., and N. R. Lerner. Reproductive morphology. P. 95-134. In J. R. Wilcox (ed.) *Soybeans: Improvement, production and uses*. Second ed. Agron. Monogr. 16. ASA, Madison, WI, 1987
- 4 Egli D. B., J. Orf and T. W. Pfeiffer. Genotypic Variation in the duration of seed fill in Soybean. *Crop Sci.* 1984, 24: 589-592
- 5 Schussler J. R., M. L. Brener and W. A. Bunn. Relationship of endogenous abscisic acid to sucrose level and seed growth rate of soybeans. *Plant Physiol.* 1991, 96: 1308-1313
- 6 Smith, H., and D. Grierson. Seed maturation and deposition of storage proteins. P. 306-336. In H. Smith and D. Grierson (ed.). *The molecular biology of plant development*. 1982, Vol. 18. Botanical Monographs. University of California Press, Berkeley
- 7 Thome J. H. Phloem unloading of C and N in developing seeds. *An. Rev. Plant Physiol.* 1985, 36: 317-343
- 8 Yazdani-Sani B., R. W. Rinne and R. D. Seif. Components of developing soybean seed: oil, protein, sugars, starch, organic acids and amino acids. *Agron. J.* 1997, 69: 481-486

ENDOGENOUS HORMONE ACTIVITIES DURING SEED DEVELOPMENT OF SOYBEAN GENOTYPES DIFFERING IN PROTEIN CONTENT

Liu Xiaobing Jin Jian Wang Guanghua Yang Suping Zhang Qiying Li Yanhua
(*Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization,
Academia Sinica, Harbin, 150040, P. R. China*)

Abstract Endogenous hormone activities during seed development of three soybean genotypes differing in protein content were investigated. The results show that there are significant genotypic differences in GA₃ activities during seed development, but activity peak and general trend are similar among cultivars. GA₃ activities at early stages of seed development are evidently higher in high-protein and middle-protein cultivars. There are also two peaks in PA_s and IAA activities during seed development in the middle- and high-protein cultivars, but only one peak of IAA activity in low-protein line. PA_s activities of middle-protein cultivar are significantly higher than those of other two cultivars, but IAA activities of low-protein line at all stages during seed development are significantly higher than those of middle- and high-protein cultivars. It is concluded that hormones are involved in the accumulation of protein, and higher GA₃ activity is responsible for high-protein, higher IAA activity is responsible for low-protein, and the ratio of IAA/PA_s at 20 days after R₅ stage is negatively correlated to protein content at maturity.

Key words Endogenous hormone activities Seed development Soybean genotypes