

不同浓度 6-BA 对大豆叶片碳代谢相关生理指标的影响

郑 旭

(黑龙江八一农垦大学 农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要: 大田栽培条件下,以垦农 4 号为材料,通过叶面喷施不同浓度植物生长调节剂 6-苄基腺嘌呤(6-BA),比较叶片中总糖、可溶性糖、淀粉、还原糖、蔗糖和转化酶活性,研究不同浓度 6-BA 对大豆叶片碳代谢相关生理指标的影响。结果表明:两种浓度 6-BA 在全部取样期内均提高了大豆叶片中转化酶活性,喷药后 40 d 均极显著提高了大豆叶片中蔗糖含量,喷药后 10~20 d 和 50~60 d 均提高了大豆叶片中可溶性糖含量,喷药后 20~40 d 均提高了大豆叶片中淀粉含量,喷药后 30~50 d 均提高了大豆叶片中还原糖含量,且 6-BA 喷施量 $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理效果均好于 $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理。综合分析表明,叶面喷施不同浓度 6-BA 调控了大豆叶片中糖分含量和转化酶活性,改善了大豆叶片中碳代谢相关生理指标。

关键词: 6-BA; 大豆; 叶片; 碳代谢

中图分类号: S565.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-9841(2013)06-0858-04

Effects of Different Concentrations of 6-BA on Carbon Metabolism Related Indicators in Soybean Leaves

ZHENG Xu

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: Taking soybean (*Glycine max*) cultivar Kennong 4 as material, three concentrations ($0, 10, 20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) of 6-Benzyl adenine(6-BA) were leaf sprayed at R1, and soybean carbon metabolism relevant indicators, including total sugar, soluble sugar, starch, reducing sugar, sucrose, and invertase activity in leaves at 10, 20, 30, 40, 50 and 60 days after spraying(DAS). Applying 6-BA increased invertase activity, sucrose content at 40 DAS, soluble sugar content at 10-20 and 50-60 DAS, starch content at 20-40 DAS, reducing sugar content at 30-50 DAS. The enhance effect of $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA was better than $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA. Results indicate applying 6-BA could regulate sugar content and increase the carbon metabolism related indicators of soybean.

Key words: 6-BA; Soybean; Leaves; Carbon metabolism

植物生长调节剂在调控植物碳代谢同化物的合成、运输、分配以及积累等方面都具有重要作用^[1]。6-苄基腺嘌呤(6-BA)是人工合成的植物生长调节剂,是细胞分裂素类化合物,其与天然的细胞分裂素的效果相似,具有促进细胞分裂、促进植物新陈代谢、调控养分运输等功能^[2-3]。大量研究结果也表明 6-BA 能够增加碳代谢产物的输入^[4]、增强光合作用^[5]、调控内源激素水平进而提高大豆叶片内的糖含量^[6-7]。本试验以垦农 4 号大豆为材料,研究了初花期叶面喷施不同浓度 6-BA 对大豆叶片碳代谢相关生理指标的调控效应。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2012 年在黑龙江八一农垦大学盆栽试验场进行。供试大豆品种为垦农 4 号,供试调节剂为 6-苄基腺嘌呤(6-BA)。供试土壤为草甸黑钙土,

碱解氮 $183.50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 $4.70 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $235.00 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有机质 $30.20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。选用直径 25 cm、高 23 cm 的圆口塑料桶,装土深度为 18 cm。每桶保苗 5 株,每 3 d 浇一次水。

试验采用叶面喷施方式,6-BA 浓度分别为 $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (T1 处理)和 $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (T2 处理),以喷施清水为对照(CK),随机区组设计,3 次重复。5 月 8 日播种,7 月 13 日(R1 期)进行叶面喷施,分别于喷药后 10, 20, 30, 40, 50 和 60 d 取植株倒三叶进行生理指标测定。

1.2 测定项目与方法

测定生理指标包括叶片内总糖、可溶性糖、还原糖、蔗糖和淀粉含量以及叶片转化酶活性。可溶性糖、蔗糖和淀粉含量采用硫酸蒽酮法^[8]测定,转化酶活性、还原糖和总糖含量采用 DNS 法^[9]测定。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 和 DPS v7.05 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 6-BA 对大豆叶片总糖含量的影响

由图 1 可知,取样期内各处理总糖含量变化规律一致,呈“下降-升高-下降”的变化态势。除喷药后 40 d 调节剂处理的总糖含量低于 CK 外,其他取样时期内 T1 处理的总糖含量比 CK 高 7.92%~24.87%, T2 处理的总糖含量比 CK 高 22.30%~32.18%,说明不同浓度的 6-BA 均可增加大豆叶片中的总糖含量,且 T1 处理增幅大于 T2 处理。

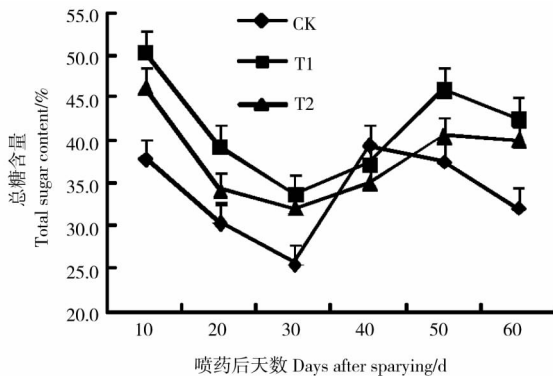


图 1 6-BA 对大豆叶片总糖含量的影响

Fig. 1 Effects of 6-BA on total sugar content in soybean leaves

2.2 不同浓度 6-BA 对大豆叶片可溶性糖含量的影响

由图 2 可知,叶喷后 10~20 d, T1 和 T2 处理的可溶性蔗糖含量高于 CK, 之后, T1 处理可溶性糖含量在叶喷后 30~50 d 低于 CK, T2 处理在 30~40 d 低于 CK, 叶喷后 50~60 d T1 和 T2 处理可溶性糖含量均高于 CK, 且全部取样期内 T2 处理的可溶性糖含量均高于 T1 处理。由此可知 6-BA 两处理在取样前期与后期均可使叶片中可溶性糖的含量增加, 其中 T2 处理的作用好于 T1 处理。

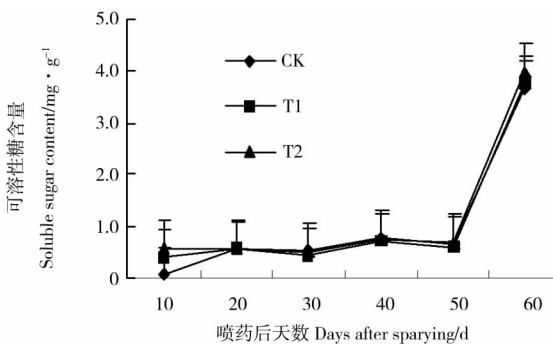


图 2 6-BA 对大豆叶片可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Effects of 6-BA on soluble sugar content in soybean leaves

2.3 不同浓度 6-BA 对大豆叶片淀粉含量的影响

由图 3 可知,各处理叶片中淀粉含量的变化呈先上升后下降的趋势,于叶喷后第 40 天达到最大值。总体上看,叶喷 20~60 d 6-BA 处理的淀粉含量均高于 CK, 其中 T1 处理较 CK 增加 2.21%~24.80%, T2 处理较 CK 增加 6.01%~38.92%。说明叶喷 6-BA 均能在一定程度上促进大豆叶片中淀粉的积累,且 T2 处理效果好于 T1 处理。

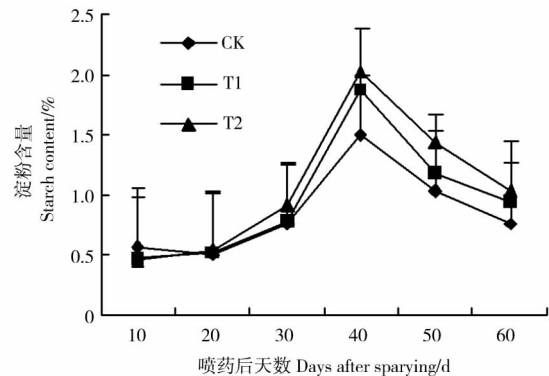


图 3 6-BA 对大豆叶片淀粉含量的影响

Fig. 3 Effects of 6-BA on starch content in soybean leaves

2.4 不同浓度 6-BA 对大豆叶片还原糖含量的影响

由图 4 可知,喷药后 10~50 d, T1 与 T2 处理叶片中还原糖变化规律基本一致,均呈先下降后上升的变化趋势,在喷药后 30 d 降到最低值,而后上升,不同之处在于喷药 50 d 之后 T1 处理的还原糖含量继续增加,并在喷药后 60 d 达到最高值,而 T2 处理于喷药后 50 d 达到最高值,而后开始下降。CK 的还原糖含量在喷药后 10~20 d 表现为上升趋势,然后下降,于处理后 30 d 降到最低值,之后开始上升,至处理后 60 d 达到最大值。除喷药后 20 和 60 d, T2 处理的还原糖含量均高于 CK; T1 处理的蔗糖含量在喷药后 30 和 50 d 高于 CK。由此可见,不同浓度 6-BA 处理在大豆生育后期均能提高大豆叶片内还原糖的含量,且 T2 处理效果好于 T1 处理。

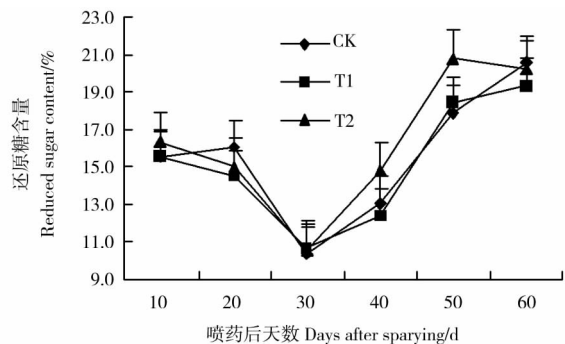


图 4 6-BA 对大豆叶片还原糖含量的影响

Fig. 4 Effects of 6-BA on reducing sugar content in soybean leaves

2.5 不同浓度 6-BA 对大豆叶片蔗糖含量和转化酶活性的影响

由图 5 可以看出,各处理大豆叶片中蔗糖含量的变化规律不完全相同,但整体上呈“上升-下降-上升-下降”趋势。喷药后 10~30 d,各处理蔗糖含量表现完全一致;喷药后 30~40 d,CK 处理的蔗糖含量下降,于喷药后 40 d 降到最低值,此期间 6-BA 处理的蔗糖含量则快速提高,T2 处理于喷药后 40 d 达到最高值。处理后 40~50 d,CK 的蔗糖含量迅速增加,T1 处理的蔗糖含量持续升高,并且二者于喷药后 50 d 达到最高值,T2 处理叶片蔗糖含量则开始下降。叶喷药后 50~60 d,CK 和 T2 处理的蔗糖含量急速下降,而 T1 处理的蔗糖含量缓慢下降。喷药后 30~40 d,在 CK 处理蔗糖含量下降的情况下 6-BA 两处理的蔗糖含量仍在上升,且在喷药后第 40 天叶片中蔗糖含量极显著高于 CK,说明 6-BA 提高了“源”的供应能力。

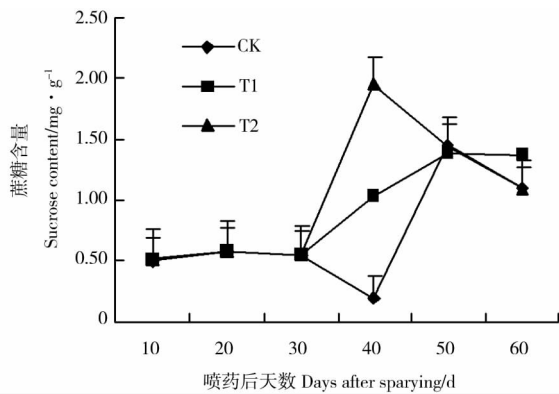


图 5 6-BA 对大豆叶片中蔗糖含量的影响

Fig. 5 Effects of 6-BA on sucrose content in soybean leaves

由图 6 可以看出,各处理大豆叶片中转化酶活性呈单峰曲线变化,峰值出现在喷药后 30 d。T1、T2 处理的转化酶活性始终高于 CK,增幅分别在 1.10%~14.54% 和 9.16%~5.80%。说明叶面喷施 6-BA 能够提高大豆叶片内的转化酶活性。

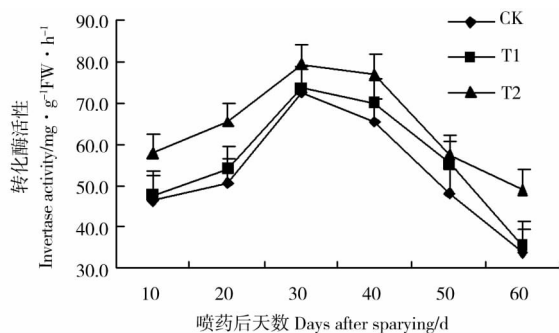


图 6 6-BA 对大豆叶片中转化酶活性的影响

Fig. 6 Effects of 6-BA on invertase activity in soybean leaves

3 结论与讨论

碳代谢是作物最基本的生理代谢。碳代谢包括 3 个基本阶段,分别为无机碳转化为有机碳的同化代谢,磷酸丙酮糖合成蔗糖之后转化为单糖的运转代谢,以及以淀粉积累为主要标志的碳积累代谢^[1]。本文研究了叶面喷施植物生长调节剂 6-BA 对大豆叶片碳代谢相关生理指标的影响,结果表明,叶面喷施 6-BA 可以不同程度增加大豆叶片中还原糖、可溶性糖、蔗糖和淀粉含量,并且可以提高转化酶活性,其中以喷施 20 mg · L⁻¹ 6-BA 的效果较好。

糖是作物生育的基础,也是作物运输有机物的主要形式。可溶性糖是合成有机物的碳架结构和能量来源,对胞膜和原生质胶体也有稳定的作用,而且是目前公认的渗透调节物质。作物体内的可溶性糖分还原糖和非还原糖两类。相关报道证实激素参与调节植物体内碳水化合物的积累与代谢的每个环节。这说明植物生长调节剂被植物吸收后,能够影响植物体内的内源激素水平,进而间接参与调节碳代谢的各个生理生化环节,大量的试验也证实了外用植物生长调节剂可以影响作物体内的糖代谢及相关酶活性的改变^[10-11]。

淀粉是作物贮藏能量的重要形式,是植物各器官生命活动的养分保障。淀粉含量的多少与器官建成有关,淀粉含量降低,可能是被分解,为其他组织的快速生长提供作为碳源的单糖。刘晓冰等^[12]、王书丽等^[13]认为可溶性糖含量与淀粉含量之间存在一定的相关性,其中间过程或许比较复杂,可能与叶片内某些羧化酶活性高低有关,董国军等^[14]曾指出 RuBP 羧化酶和 PEP 羧化酶都是碳代谢过程的关键酶。目前已有许多关于植物生长调节剂能够调控作物体内淀粉含量以及相关酶活性的报道^[15-18]。本试验结果也表明不同浓度 6-BA 可提高大豆叶片中的淀粉含量并提高转化酶活性,这可能是因为 6-BA 调控了 ADPG 的含量与淀粉合成有关的酶活性。

参考文献

- [1] 项洪涛. 三种植物生长调节剂对马铃薯碳代谢生理及产量品质的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2013. (Xiang H T. Effects of three plant growth regulators on carbon metabolism physiology, yield and quality of potato[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2013.)
- [2] 张平, 黄卫东. 6-BA 在植物体内的生理作用及其在果树生产中的应用[C]. 北京: 中国青年农业科学学术年报, 1999: 852-859. (Zhang P, Huang W D. The physiological role of 6-BA in plant and its application in fruit production[C]. Beijing: China Youth Agricultural Science Academic Annual Report, 1999:

- 852-859.)
- [3] 官占元. 调节剂对不同芽位马铃薯建成及产量品质调控效应的研究[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2008. (Gong Z Y. Regulation of PGRs on the seedling of different buds, yield and quality of potato[D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2008.)
- [4] 黄卫东,张平,李文清. 6-BA 对葡萄果实生长及碳、氮同化物运输的影响[J]. 园艺学报,2002,29(4):303-306. (Huang W D, Zhang P, Li W Q. The effects of 6-BA on the fruit development and transportation of carbon and nitrogen assimilates in grape[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2002, 29(4): 303-306.)
- [5] 于翠玲,李明. 6-BA 和 KT 对设施黄瓜幼苗生长的影响[J]. 内蒙古农业大学学报,2009,30(1):29-31. (Yu C L, Li M. Effect of 6-BA and KT on growing up of seedling of cucumber in greenhouse [J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 2009, 30(1): 29-31.)
- [6] 廖永霞,康玉凡,王保民,等. 乙烯、6-BA 对大豆幼苗生长、生化成分及细胞组织结构的效应[J]. 大豆科学,2009,28(1):41-45. (Liao Y X, Kang Y F, Wang B M, et al. Effects of ethyl and 6-BA on growth, chemical composition and anatomical structure of soybean seedling [J]. Soybean Science, 2009, 28(1): 41-45.)
- [7] 宋春艳,冯乃杰,郑殿峰,等. 植物生长调节剂对大豆叶片碳代谢相关生理指标的影响[J]. 干旱地区农业研究,2011,29(3):91-95. (Song C Y, Feng N J, Zheng D F, et al. Effects of plant growth regulators(PGRs) on carbon metabolism related indicators in soybean leaves [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2011, 29(3): 91-95.)
- [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2001:128-129. (Zhang Z L. Experimental technology of plant physiology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001: 128-129.)
- [9] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1993:23-26. (He Z P. Experimental directions of crop chemical control [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1993: 23-26.)
- [10] 赵黎明,郑殿峰,杜吉到,等. 植物生长调节剂对大豆叶片同化物及内源激素代谢影响[J]. 大豆科学,2008,27(4):593-598. (Zhao L M, Zheng D F, Du J D, et al. Effects of plant growth regulators(PGRs) on metabolism of assimilation and endogenous hormone in soybean leaves [J]. Soybean Science, 2008, 27(4): 593-598.)
- [11] 冯亚楠,李璨,冯乃杰,等. 不同植物生长调节剂浸种对大豆子叶碳代谢影响[J]. 大豆科学,2009,28(6):1016-1020. (Feng Y N, Li C, Feng N J, et al. Effects of seed soaking with plant growth regulators (PGRs) on the carbon metabolism of soybean seedling cotyledon [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 1016-1020.)
- [12] 刘晓冰,李文雄. 春小麦籽粒灌浆过程中淀粉积累和蛋白质积累规律的初步研究[J]. 作物学报,1996,22(6):736-740. (Liu X B, Li W X. Preliminary studies on the accumulation of grain starch and protein during grain filling in wheat [J]. Acta Agronomica Sinica, 1996, 22(6): 736-740.)
- [13] 王书丽,郭天财,王晨阳,等. 两种筋力型小麦叶、粒可溶性含量及与籽粒淀粉积累的关系[J]. 河南农业科学,2005,34(4):12-15. (Wang S L, Guo T C, Wang C Y, et al. Soluble sugar contents in leaf and grain in two gluten wheats and its relationship with grain starch accumulation [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2005, 34(4): 12-15.)
- [14] 曹国军,杜立平,李刚,等. 不同钾素营养水平对春玉米碳代谢的影响[J]. 玉米科学,2008,16(4):46-49. (Cao G J, Du L P, Li G, et al. Effects of different potassium level on carbon metabolism of spring maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2008, 16(4): 46-49.)
- [15] 郑殿峰,赵玖香,赵黎明. 植物生长调节剂对大豆光合作用和同化物分配的影响[J]. 西南农业学报,2008,21(5):1265-1269. (Zheng D F, Zhao J X, Zhao L M. Effect of plant growth regulator(PGRs) on photosynthesis and assimilate distribution of soybean [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2008, 21(5): 1265-1269.)
- [16] 张春娟. 植物生长调节剂对马铃薯生长发育及产品品质的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2009. (Zhang C J. Effect of plant growth substances on the growth, yield and quality of potato [D]. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University, 2009.)
- [17] 罗兴录. 不同植物生长调节剂对木薯生长发育和淀粉积累影响的研究[J]. 中国农学通报,2002,18(3):30-33. (Luo X L. Studies on the effects of different plant growth regulators on the growth and starch accumulation of cassava [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18(3): 30-33.)
- [18] 李成军. 新型植物生长调节剂 HHPS-1、HHPS-2 对马铃薯产量及品质影响的研究[J]. 中国马铃薯,2007,21(3):160-161. (Li C J. Study on the effects of yield and quality of potato with the new plant growth regulators HHPS-1 and HHPS-2 [J]. Chinese Potato Journal, 2007, 21(3): 160-161.)

(上接第 853 页)

大豆根瘤的存活时间很短,只有 11~13 周。随着根瘤的老化,固氮能力迅速下降,并在大豆鼓粒初期时完全停止。根瘤老化和环境胁迫引起早期固氮能力下降,导致供给大豆植株的氮量减少,并直接对大豆籽粒产量和品质产生影响。半胱氨酸蛋白酶和它的抑制剂(胱蛋白)在植物生长发育过程中具有重要的作用,根瘤老化和环境胁迫引起大豆根瘤中的蛋白酶活性增加,胱蛋白能够调节半胱氨酸蛋白酶的活性。南非比勒陀利亚大学的学者研究表明,在干旱胁迫下,根瘤中至少有一种胱蛋白含量被上调。大豆基因组包含 52 个公认的半胱氨酸蛋白酶和 19 个胱蛋白序列,但其在大豆根瘤发育和衰老中的作用却不清楚。近期的研究重点就是辨别胁迫引

起根瘤老化过程中关键蛋白酶的表达,以及在引起老化过程中抗胁迫胱蛋白的表达。

3 小 结

恰当的栽培措施和肥料施用是稳定和大大提高大豆产量与品质的重要因素。一直以来研究者们对氮、磷、钾肥的合理配施,叶面肥、硫和锌等微肥的施用开展了大量的研究。但是纵观此次世界大豆会的报告发现,在大豆参与下的轮作对土壤环境、大豆产量、玉米产量和经济效益的影响得到了广泛的关注。这也是国家大豆产业技术体系在稳定大豆种植面积、增加大豆产量和提高大豆生产效益等方面一直努力在做的工作。