

BA 对花生叶片蔗糖和淀粉代谢有关酶活性的影响

李 玲 潘瑞炽

(华南师范大学, 广州 510631)

摘 要

用 10^{-5} mol/L BA 处理去顶去根花生幼苗库叶 24h 内, 蔗糖磷酸合成酶和细胞质果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性逐渐增加, 酸性转化酶活性降低, 使蔗糖含量提高, α -淀粉酶活性的增强, 促进淀粉分解。BA 处理 24h 后, 随着蔗糖磷酸合成酶和细胞质果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性的减弱, 酸性转化酶活性逐渐增加, 蔗糖含量减少, 有利光合碳在淀粉的积累。

关键词: BA; 蔗糖; 淀粉; 花生叶片

近年来, 有关 BA 影响光合产物分配的报道较多^(9,15), 有人推测 BA 的作用可能是促进某些与代谢物主动运输有关蛋白质的形成, 也可能通过促进 IAA 的生成来刺激细胞分裂⁽⁸⁾; 也有报道指出, BA 对旱芹和蓖麻茎蔗糖装载于韧皮部的过程有促进作用⁽¹⁰⁾。我们的实验结果表明, BA 能提高去顶去根花生幼苗库叶内源 CTK 水平⁽³⁾和 ^{14}C -光合产物在库叶的输入率⁽⁴⁾; 但 BA 并不能提高叶片光合速率⁽⁵⁾, 这似乎表明 BA 通过对蔗糖、淀粉代谢有关酶活性的调节, 影响着蔗糖和淀粉的含量变化。关于 BA 对植物体内蔗糖磷酸合成酶、果糖-1, 6-二磷酸酯酶、酸性转化酶、淀粉降解酶活性的调节作用尚未见研究报道。本文将探讨 BA 对蔗糖和淀粉含量及与它们代谢中有关酶活性的调节作用, 以全面认识 BA 的作用。

材料与方 法

以粤油 551-116 花生 (*Arachis hypogaea* L.) 为材料, 按照前文⁽⁴⁾的方法培养和处理材料, 用 10^{-5} mol/L BA 涂抹去顶去根幼苗库叶 (上位叶), 处理 0、12、24、36、48h 后进行生理生化测定。

α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性的测定 按照夏叔芳⁽⁶⁾的方法, 用降解淀粉 $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ 蛋白质 min^{-1} 表示 α -淀粉酶活性; β -淀粉酶的活性用形成麦芽糖 $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ 蛋白质 min^{-1} 表示。

磷酸化酶活性的测定 按照 Whelan⁽⁷⁾的方法, 用生成无机磷 $\text{ng} \cdot \text{mg}^{-1}$ 蛋白 min^{-1} 表示酶活性。

蔗糖磷酸合成酶和蔗糖合成酶活性的测定 按照苏丽英等⁽¹⁾的方法, 用蔗糖 $\text{nmol/L} \cdot$

mg⁻¹蛋白 min⁻¹表示酶活性。

细胞质果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性的测定 按照袁晓华^[7]的方法测定, 酶活性用生成无机磷 μmol/L · mg⁻¹蛋白 min⁻¹表示。

酸性转化酶活性的测定 按 Morris^[12]的方法, 用葡萄糖 μmol/L · mg⁻¹蛋白 min⁻¹表示酶活性。

蔗糖和淀粉含量的测定 分别用间苯二酚比色法^[2]和蒽酮比色法^[7]测定蔗糖和淀粉含量。

以上实验均取三次重复平均值。

实验结果

一、BA 对花生库叶淀粉降解酶活性的影响

BA 处理去顶去根花生幼苗库叶 12 和 24h 后, 叶片 α-淀粉酶活性分别高于该时对照 24.9% 和 49.2% (表 1)。处理 36 和 48h, 库叶 α-淀粉酶活性降低, 并分别低于该时对照。花生叶片在处理 12 和 36h, 处理和对照叶 β-淀粉酶活性出现两次高峰, 处理叶酶活性一直低于对照。BA 对库叶磷酸化酶活性影响较大, 在处理 12h 后, 酶活性低于对照 24%; 处理 24h 后, 对照与处理叶酶活性差异不大, 36—48h 内, 磷酸化酶活性降低, 经 BA 处理的酶活性高于对照。

表 1 BA 对去顶去根花生幼苗库叶淀粉降解酶活性的影响

Table 1 Effect of BA on the starch degraded enzymes in sink leaves of decapitated-derooted peanut seedlings

Hours after treatment	α-Amylase		β-Amylase		Phosphorylase		
	(μg starch · mg ⁻¹ protein min)	%	(μg maltose · mg ⁻¹ protein min ⁻¹)	%	(μg Pi · mg ⁻¹ protein min ⁻¹)	%	
0	CK	6.68	100	255.14	100	14.85	100
	CK	6.73	101	680.32	267	14.26	96
12	BA	8.41	125	641.64	251	10.80	72
	CK	7.03	105	385.16	151	10.25	69
24	BA	10.49	157	370.29	145	10.09	68
	CK	8.41	126	618.76	243	3.40	29
36	BA	6.87	103	578.41	226	9.26	62
	CK	6.96	104	283.64	126	4.84	33
48	BA	4.41	66	243.15		7.11	48

二、BA 对花生库叶细胞质内蔗糖磷酸合成酶和果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性的影响

图 1 表明, BA 处理花生幼苗库叶 12h 内, 叶片蔗糖磷酸合成酶的活性增加, 高于对照 14.1%, 到处理 24h, 酶活性已达到最大值。以后, 对照叶酶活性略为升高, 而处理叶酶活性

逐渐降低, 并且低于对照。

细胞质内果糖-1, 6-二磷酸酯酶有利果糖-1, 6-二糖生成果糖-6-磷酸。BA 处理库叶 24h 内, 随着处理时间的延长, 酶活性增加。24h 后, 酶活性降低, 处理 36、48h, 酶活性分别比对照低 11.8% 和 7.9% (图 2)。

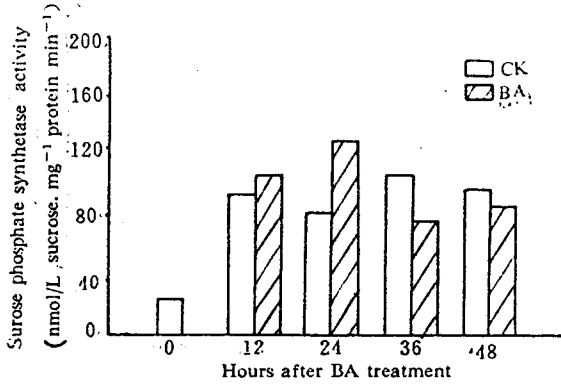


图 1 BA 对去顶去根花生幼苗库叶蔗糖磷酸合成酶活性的影响

Fig. 1 Effect of BA on sucrose phosphate synthetase activity in sink leaves of decapitated-derooted peanut seedlings

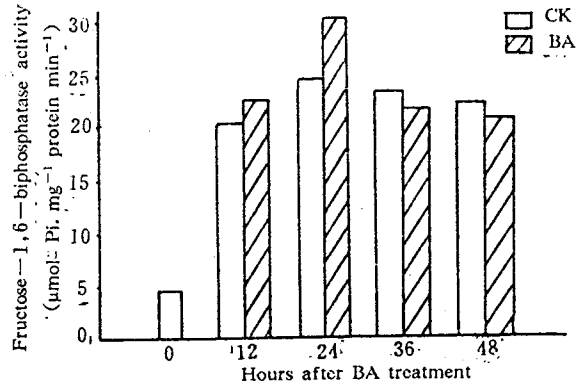


图 2 BA 对去顶去根花生幼苗库叶细胞质果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性的影响

Fig. 2 Effect of BA on cytosol fructose-1, 6-biphosphatase activity in sink leaves of decapitated-derooted peanut seedlings

三、BA 对花生库叶酸性转化酶和蔗糖合成酶活性的影响

我们发现随着花生幼苗叶片的不断伸展, 酸性转化酶活性逐渐降低, 用 BA 处理库叶 12—24h 后, 酸性转化酶活性低于对照; 到处理 36 和 48h 后, 酶活性分别高于对照 70.7% 和 87.8%。由此可见, BA 促进库叶蔗糖的分解, 为库叶的伸长提供基质 (表 2)。与酸性转化酶活性相比, 蔗糖合成酶活性较稳定, BA 对该酶活性影响不大。BA 主要通过调节酸性转化酶活性, 影响着蔗糖分解。

表 2 BA 对去顶去根花生幼苗库叶酸性转化酶和蔗糖合成酶活性的影响

Table 2 Effects of BA on acid invertase and sucrose synthetase activities in sink leaves of decapitated-derooted peanut seedlings

Hours after treatment	Acid invertase ($\mu\text{mol/L Glucose} \cdot \text{mg}^{-1}\text{protein} \cdot \text{min}^{-1}$)		Sucrose synthetase ($\text{nmol/L Sucrose} \cdot \text{mg}^{-1}\text{protein} \cdot \text{min}^{-1}$)	
	CK	BA	CK	BA
0	6.57		101.07	
12	4.65	3.90	114.97	105.97
24	3.96	3.35	107.40	103.81
36	2.53	4.32	112.89	110.89
48	3.12	5.86	112.09	108.42

四、BA 对花生库叶淀粉和蔗糖含量的影响

去顶去根花生幼苗经 BA 处理 12h 内, 对照叶淀粉含量没有多大变化, 处理库叶淀粉含量却降低了 25.4%, 到 24h, 处理叶淀粉含量略有增加, 但仍低于对照 24.4% (图 3)。处理 36—48h 后, 淀粉含量增加较快, 并高于对照水平。

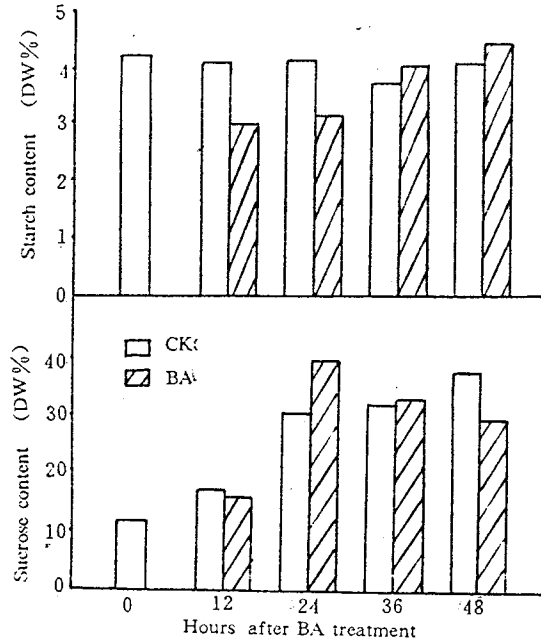


图 3 BA 对去顶去根花生幼苗库叶蔗糖和淀粉含量的影响

Fig. 3 Effects of BA on starch and sucrose contents in sink leaves of decapitated-derooted peanut seedlings

花生幼苗去顶去根测试时间内, 对照叶蔗糖含量逐渐升高, 处理叶蔗糖含量不稳定增加 BA 处理 24h, 处理叶蔗糖含量高于对照, 达到最高值。处理 36h, 蔗糖含量减少, 接近对照水平。到 48h 后, 已低于对照。

讨论

光合产物的形成、分配 (如蔗糖和淀粉) 受一系列酶的调控。蔗糖的合成主要由细胞质内蔗糖磷酸合成酶和果糖-1, 6-二磷酸酯酶的调节^[13]。菜豆等叶片在伸展期间, 蔗糖磷酸合成酶、果糖-1, 6-二磷酸酯酶、酸性转化酶等酶活性出现周期性变化, Huber 等指出是由植物体内生物钟机制调节所致。^[11]

我们的实验结果表明, BA 处理去顶去根花生幼苗库叶的最初阶段 (即 24h 内), 蔗糖磷酸合成酶和果糖 1-, 6-二磷酸酯酶活性增加, 到 24h, 已达最大值, 促进蔗糖合成, 由于酸性转化酶活性降低, 不利于蔗糖分解和利用, 使蔗糖含量升高。在这个阶段, BA 提高 α -淀粉酶活性, 促进淀粉分解, 淀粉含量减少, 说明光合碳主要用于蔗糖的积累。当蔗糖含量达一阈值时, 会反馈地抑制蔗糖磷酸合成酶活性, 使果糖 6 磷酸积累, 改变果糖-1, 6-二磷酸浓度, 抑

制果糖-1, 6-二磷酸酯酶活性, 较多的光合碳形成淀粉^[16]。这个时期 (BA 处理 24—48h), 酸性转化酶活性增加, 加强了蔗糖的分解和利用, 这是蔗糖含量降低的原因之一。已知花生叶片以积累淀粉为主^[6], BA 对库叶酸性转化酶等活性的调节作用与该部位光合碳在蔗糖、淀粉分配的关系, 有待深入探讨。

参 考 文 献

- 1 苏丽英, 吴勇, 於新建等. 水稻叶片蔗糖磷酸合成酶的一些特性. 植物生理学报, 1989; 15 (2): 117—123.
- 2 於新建. 植物生理学实验手册 (上海植物生理学会编). 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 148—150
- 3 李玲, 潘瑞炽. 外施 BA 对花生幼苗内源 ZRs 含量的影响. 华南师范大学学报 (自然科学版, 生物学专辑), 1992: 12—15
- 4 李玲, 潘瑞炽. BA 对花生光合产物分配、积累和碳水化合物的影响. 植物生理学通讯. 1991; 27 (5): 363—365
- 5 李玲, 潘瑞炽. BA 对花生叶圆片吸收¹⁴C-蔗糖及分布的影响. 核农学报, 1994 (印刷中)
- 6 夏叔芳, 於新建. 大豆叶片淀粉的降解及淀粉降解酶. 植物生理学报, 1989; 15 (2): 153—157
- 7 袁晓华, 杨中汉. 植物生理生化实验. 高等教育出版社, 1983: 19—23
- 8 Biedwell R G S. Plant Physiol. New York; MacMillan Publishing, 1979; 573
- 9 Clark J R, Hackett W P. Distribution of ¹⁴C—benzyladenine in shoot tips of *Hedera helix*. Physiol Plant, 1979; 47: 87—90
- 10 Daie J. Turgor-mediated transport of sugar. Plant Physiol, 1986; 80 (Sup): 98—101
- 11 Huber S C, Kerr P S, Nalt-torres W. Regulation of sucrose formation and movement. In Regulation of carbon partitioning in photosynthetic tissues (Heath RJ, J Press. eds) Amer Soc Plant Physiol, 1985: 199—214
- 12 Morris D A, Auther E D. Effect of gibberellic acid on patterns of carbohydrate distribution and acid invertase activity in *Phaseolus vulgaris* L. Physiol Plant, 1985; 65: 257—262
- 13 Neuhaus H E, Quick W, Still M. Control of photosynthate partitioning in spinach leaves. Planta, 1990; 181: 583—592
- 14 Kinet J M, Zune V, Linotte Z et al. Resumption of cellular activity induced by cytokinin and gibberellin treatment in tomato flowers targeted for abortion in unfavorable light conditions. Physiol Plant. 1985; 64: 67—73
- 15 Patrick J W. Effect of potassium on photosynthate unloading from seed coats of *Phaseolus vulgaris* L. specificity and membrane location. Ann Bot, 1987; 59: 181—190
- 16 Still M, Wike I, Feni R, et al. Course control of sucrose phosphate synthetase in leaves; Alterations of the kinetic properties in response to the rate of photosynthate and the accumulation of sucrose. Planta, 1988; 174: 217—230
- 17 Whelan W J. Phosphorylases from plants. Methods in enzymology, 1985; 1: 192—199

EFFECTS OF BENZYLADENINE ON ENZYMATIC ACTIVITIES OF SUCROSE AND STARCH METABOLISM IN PEANUT LEAVES

Li Ling Pan Ruichi

(*South China Normal University, Guangzhou 510631*)

Abstract

Decapitated-derooted peanut seedlings (*Arachis hypogaea* L.) were smeared with 10^{-5} mol/L benzyladenine (BA) solution on the surface of sink leaves. 0—24h after BA treatment, the activities of sucrose phosphate synthetase (SPSase) and cytosol fructose-1, 6-bisphosphatase (F1, 6Pase) were gradually increased. The decrease of acid invertase activity resulted in increasing amount of sucrose content and the increase of α -amylase activity caused the reduction of starch content. 24—48h after BA treatment, however, the activities of SPSase and F1, 6Pase decreased and acid invertase increased gradually in sink leaves. The amount of sucrose was reduced and photosynthetic carbon was favorable to the accumulation of starch.

Key words: Benzyladenine; Sucrose; Starch; Peanut leaves