

双酚 A 对大豆幼苗叶绿素合成中间产物的影响

Effect of Bisphenol A on Intermediate of Chlorophyll Biosynthesis of Soybean Seedlings

邱志勇, 周 青*, 王丽红

(江南大学环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122)

关键词: 双酚 A; 大豆幼苗; 叶绿素; 中间产物

双酚 A (Bisphenol A, BPA) 是酚类化合物中广泛存在的代表性环境污染物, 具有潜在致癌性及生殖毒性。BPA 动物毒理学研究已有大量报道, 然而 BPA 对植物生长影响报道很少。前期研究发现, BPA 可通过改变叶片叶绿素 (Chl) 含量影响植物生长。据报道, 植物 Chl 含量与其合成过程中的 4 个中间产物 [δ -氨基乙酰丙酸 (ALA)、原卟啉 IX (Proto IX)、镁原卟啉 (Mg-Proto IX) 和原叶绿素 (Pchl)] 含量密切相关。目前, BPA 对上述中间产物影响研究未见报道。鉴于此, 本文以大豆 (*Glycine max*) 幼苗为试材, 结合 BPA 污染现状, 选择 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ BPA (饮用水安全剂量)、 $17.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (垃圾渗滤液最大剂量)、 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (突发污染的高剂量) 3 个剂量, 考察 Chl 合成过程关键中间产物 (ALA、Proto IX、Mg-Proto IX、Pchl) 对 BPA 的响应规律, 进而阐述大豆幼苗 Chl 含量变化响应 BPA 胁迫的内在原因, 为科学评价 BPA 污染的环境安全提供借鉴。

表 1 为不同 BPA 剂量下 ALA、Proto IX、Mg-proto IX 和 Pchl 含量变化数据。表 1 显示, 胁迫期 (第 7 d), 低浓度 BPA ($1.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理后, Chl 合成过程中各中间产物含量均比对照

组低 (表 1), 表明低浓度 BPA 加速了 Chl 合成使各中间产物含量降低。结合前文结果 (低浓度 BPA 增加 Chl 含量) 可得, 低浓度 BPA 可通过加速 Chl 合成而提高 Chl 含量。高浓度 BPA ($17.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理后, 除 ALA 外, 各中间产物含量均比对照组低 (表 1), 表明高浓度 BPA 引起 ALA 积累, 影响 ALA 向 Proto IX 转化, 进而降低 Proto IX、Mg-proto IX 和 Pchl 含量。结合前文结果 (高浓度 BPA 降低 Chl 含量) 可得, 高浓度 BPA 可通过影响 Chl 合成而降低 Chl 含量。胁迫期结束后恢复 7 d (第 14 d), 低浓度 BPA 处理组 ALA 和 Mg-proto IX 含量向对照组靠近, Proto IX 和 Pchl 含量在胁迫期基础上继续下降, 表明 BPA 在大豆幼苗体内的含量降低, 对 Chl 合成的促进作用减弱; 高浓度 BPA 处理组各指标除 Pchl 外均未见有明显恢复, 且在胁迫期基础上有所降低, 表明残留在大豆幼苗体内的高浓度 BPA 仍对 Chl 合成存在抑制作用。已知 Chl 合成过程较复杂, BPA 对 Chl 合成的影响可能存在其他作用位点, 故对 BPA 调控 Chl 含量机制的认识, 还需系统研究揭示。

表 1 BPA 对大豆幼苗叶绿素合成中间产物的影响

时间/d	BPA 的浓度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	ALA / $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW	Proto IX / %	Mg-proto IX / %	Pchl ($\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1}$ FW)
7	0	$0.16 \pm 0.003\text{a}$ (100.00)	$233 \pm 0.016\text{a}$ (100.00)	$54.9 \pm 0.015\text{a}$ (100.00)	$0.050 \pm 0.0004\text{a}$ (100.00)
	1.5	$0.14 \pm 0.003\text{d}$ (88.36)	$141 \pm 0.018\text{b}$ (61.40)	$48.6 \pm 0.005\text{b}$ (88.52)	$0.029 \pm 0.002\text{b}$ (58.51)
	17.2	$0.17 \pm 0.004\text{c}$ (111.42)	$124 \pm 0.022\text{c}$ (53.19)	$44.3 \pm 0.019\text{c}$ (80.69)	$0.013 \pm 0.001\text{c}$ (27.29)
	50	$0.22 \pm 0.006\text{b}$ (138.69)	$139 \pm 0.018\text{b}$ (59.72)	$37.9 \pm 0.009\text{d}$ (69.03)	$0.012 \pm 0.0001\text{c}$ (23.21)
14	0	$0.165 \pm 0.003\text{a}$ (100.00)	$248 \pm 0.026\text{a}$ (100.00)	$41.4 \pm 0.023\text{a}$ (100.00)	$0.04 \pm 0.001\text{a}$ (100.00)
	1.5	$0.156 \pm 0.003\text{d}$ (94.54)	$97 \pm 0.014\text{d}$ (38.92)	$42.9 \pm 0.025\text{a}$ (103.62)	$0.021 \pm 0.002\text{c}$ (52.96)
	17.2	$0.179 \pm 0.003\text{c}$ (108.03)	$146 \pm 0.008\text{b}$ (58.89)	$26.2 \pm 0.015\text{b}$ (63.28)	$0.033 \pm 0.002\text{b}$ (82.05)
	50	$0.238 \pm 0.003\text{b}$ (143.28)	$117 \pm 0.009\text{c}$ (46.95)	$14.0 \pm 0.075\text{c}$ (33.82)	$0.012 \pm 0.001\text{d}$ (30.13)

注: 表中数据为平均值 $\pm$ 标准差 ($n=3$); 同列中无相同字母分别表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著; 括号内为相对值。

收稿日期: 2012-05-25

基金项目: 国家自然科学基金青年基金 (310000254)

作者简介: 邱志勇 (1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向为环境生态。

* 通讯作者: 周 青 E-mail: zhouqeco@yahoo.com.cn