

喷施生长素和赤霉素对土壤干旱条件下 小麦幼苗生理特性的影响^{*}

董永华 史吉平 商振清 李广敏

(河北农业大学农学院, 保定 071001)

摘 要 在土壤干旱过程中, 叶面喷施 $2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 的生长素(IAA) 或 $5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 的赤霉素(GA_3) 可阻止小麦幼苗磷酸烯醇式丙酮酸羧化酶(PEPCase)、过氧化物酶(POD) 和过氧化氢酶(CAT) 活性的变化, 且二者的作用效果相似。对于超氧化物歧化酶(SOD), IAA 使其活性强化, 而 GA_3 则对其起着抑制作用。IAA 还能提高干旱条件下小麦幼苗的叶绿素含量, 但对气孔阻力和叶水势影响不大; 而 GA_3 对叶绿素含量、气孔阻力和叶水势均无明显影响。

关键词 生长素 赤霉素 土壤干旱 小麦 丙酮酸羧化酶 细胞保护酶

干旱影响着植物体内的各种生理、生化过程。在干旱条件下, 植物体内源细胞分裂素(CTK)、IAA 和 GA_3 含量下降, 脱落酸(ABA) 和乙烯含量增加^[1]; 同时植物细胞保护酶和光合羧化酶活性发生变化^[2~4], 至今对这些变化之间的关系报道较少。我们已对 ABA、6-BA 和乙烯利对干旱条件下小麦等作物的光合羧化酶和细胞保护酶活性的影响进行了探讨^[2~4]。本研究用 IAA 和 GA_3 对土壤干旱胁迫中的小麦幼苗进行叶面喷施处理, 以观察干旱条件下这两种激素对小麦幼苗生理过程所产生的影响, 为进一步探讨激素对干旱条件下植物代谢过程的调节作用提供依据。

1 材料和方法

供试材料为冀麦 24。种子筛选后用 0.1% HgCl_2 消毒, 然后在 25℃ 恒温箱中浸种催芽, 出芽后播于塑料盆中, 每盆装耕层土 3kg, 播 200 粒, 出苗后从盆底吸水以保持田间持水量。幼苗生长在温室中进行。待幼苗长至二叶一心时, 停止灌水, 使其自然干旱, 离水的同时叶面喷施 $2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ IAA 或 $5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ GA_3 , 对照喷水。各喷施液中均加少量吐温-80, 连续喷施 3d。从停水开始, 每天取倒第 1 叶进行以下各项测定。每个处理各设 3 个重复。

PEPCase 活性测定方法见参考文献 [5]。SOD 活性测定参照 Giannopolitis 等^[6]的方法。

POD 活性按《植物生理学实验指导》^[6]的方法测定, 以光密度改变 0.01 为一个酶单位。CAT 活性按 Chance 等^[7]的方法测定, 以光密度改变 0.01 为一个酶活单位。MDA 含量的测定参照林植芳等^[8]的方法, 可溶性蛋白含量按 Lowry^[9]法测定。叶绿素含量测定按 Arnon^[10]法。气孔阻力测定用美国 LI-1600 型稳态气孔计。叶水势用压力室法测定。

2 结果与分析

2.1 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 PEPCase 活性的影响

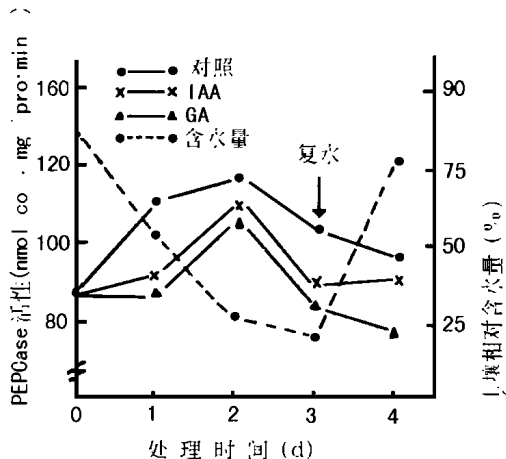


图 1 停灌后土壤相对含水量变化及 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 PEPCase 活性的影响

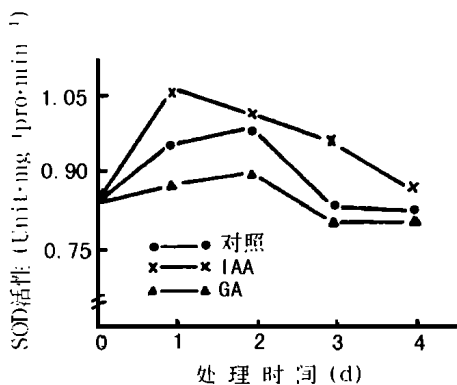


图 2 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 SOD 活性的影响

小麦幼苗的 PEPCase 活性随着土壤含水量的下降先升后降(图 1 中的对照)。当土壤相对含水量由开始的 86% 降到 27% 时(图 1), PEPCase 活性逐渐升到最高, 比干旱前升高 35%, 随后 PEPCase 活性下降, 复水后其活性进一步降低。IAA 和 GA₃ 处理均抑制 PEPCase 活性, 且二者的作用效果相近。

2.2 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 SOD 活性的影响

如图 2 所示, 小麦幼苗的 SOD 活性随土壤干旱程度的加剧呈先升后降变化, 复水后 SOD 活性基本上恢复到干旱前水平。叶面喷施 IAA 提高了干旱条件下小麦幼苗的 SOD 活性, 而 GA₃ 则降低其活性, 说明二者对 SOD 活性的影响不同。

2.3 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 POD 活性的影响

小麦幼苗的 POD 活性在整个干旱过程中持续升高(图 3), 干旱 3d 时其活性比干旱前升高 70%。复水后其活性仍维持较高水平。IAA 和 GA₃ 处理均抑制该酶活性, 干旱后期效果较明显, 并且二者的作用效果相近。

2.4 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 CAT 活性的影响

在土壤干旱的初期, 小麦幼苗 CAT 活性升高, 当土壤相对含水量急剧下降到 27% 以下时其活性明显降低, 复水后仍保持下降趋势(图 4)。叶面喷施 IAA 和 GA₃ 显著抑制干旱初期小麦幼苗的 CAT 活性, 复水后均能提高其活性, 喷施两种激素的效果相近。

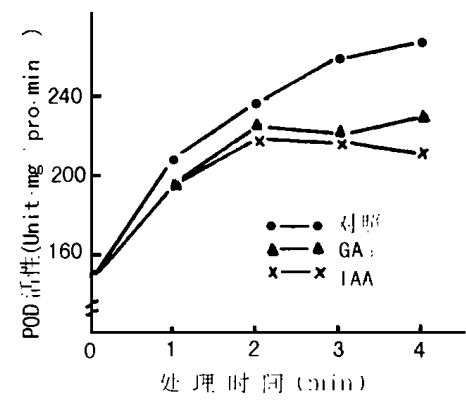


图 3 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 POD 活性的影响

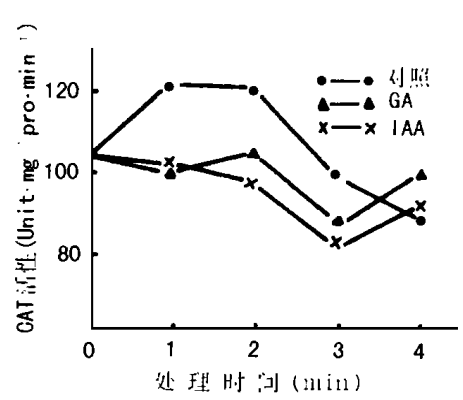


图 4 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 CAT 活性的影响

2. 5 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 MDA 和叶绿素含量及气孔阻力、叶水势的影响

正常供水未喷施 IAA 和 GA₃ 时,小麦幼苗的 MDA 含量、叶绿素含量、气孔阻力和叶水势为一个定值(表 1)。干旱 3d 后即土壤相对含水量降为 22% 时,对照的小麦叶片 MDA 含量升高 10.6%,IAA 和 GA₃ 处理其 MDA 含量比对照分别增加 9.0% 和 12%,说明叶面喷施 IAA 和 GA₃ 加重了干旱条件下小麦幼苗的膜脂过氧化伤害。在伤害程度上 IAA 比 GA₃ 稍轻些,可能与 IAA 明显促进 SOD 活性而 GA₃ 抑制该酶活性有关。

表 1 IAA 和 GA₃ 对干旱条件下小麦幼苗 MDA 和叶绿素含量及气孔阻力的影响

处 理	正 常 供 水 (0d)				干 旱 胁 迫 (3d)			
	MDA 含量 ($\mu\text{mol}/\text{mg pro}$)	叶绿素含量 (干%)	气孔阻力 (s/cm)	叶水势 (MPa)	MDA 含量 ($\mu\text{mol}/\text{mg pro}$)	叶绿素含量 (干%)	气孔阻力 (s/cm)	叶水势 (MPa)
IAA	1.41	1.83	3.191	-0.480	1.70	1.51	15.40	-1.46
GA ₃	1.41	1.83	3.191	-0.480	1.75	1.30	16.13	-1.55
对照	1.41	1.83	3.191	-0.480	1.56	1.24	15.10	-1.58

从表 1 中还可看到,干旱 3d 时小麦幼苗的叶绿素含量降低 32%,IAA 处理较明显提高干旱条件下小麦幼苗的叶绿素含量,比对照高 22%,而 GA₃ 处理只比对照高 4.8%。小麦叶片的气孔阻力随土壤含水量的降低而增大,叶水势则显著降低,IAA 和 GA₃ 处理对气孔阻力和叶水势的影响不大。

3 讨论

植物激素对光合羧化酶和细胞保护酶的影响已有一些报道,多集中于 ABA 或 CTK^[2,5]。Zimmermann 等^[1]的试验表明,GA₃ 抑制黄瓜子叶光合羧化酶活性。曾富华等^[2]报道,于水稻始穗和齐穗时分别喷施 GA₃ 后,其剑叶中 SOD 和 POD 活性增高。Whitmore^[3]的试验证明 IAA 抑制小麦胚芽鞘三种 POD 同工酶的形成。本文结果表明,叶面喷施一定浓度的 IAA 或 GA₃,可以降低干旱条件下小麦幼苗的 PEPCase、POD 和 CAT 活性,但 IAA 明显促进其 SOD 活性;GA₃ 则相反,对 SOD 活性起抑制作用。这些结果说明 IAA 或 GA₃ 对植物光合羧化酶和

细胞保护酶有调节作用,但其作用方式因植物材料或处理方式而异,并且 IAA 与 GA_3 具有相似的作用和效果。至于它们通过何种机制调节酶活性变化还有待更深入的研究。

干旱使得植物细胞保护酶活性降低,导致膜脂过氧化产物 MDA 大量累积,而 MDA 反过来又抑制细胞保护酶和光合羧化酶活性^[4]。林植芳等^[5]用外源 MDA 处理植物叶片也得到类似结论。这些研究表明细胞保护酶可能通过 MDA 来影响光合羧化酶活性。因此水分胁迫下植物细胞保护酶活性的降低,将导致光合羧化酶活性的下降。我们的试验也证明了这一点。

干旱导致植物体内源 IAA 和 GA_3 含量下降。本文用外源 IAA 和 GA_3 处理小麦幼苗,以观察其对干旱条件下小麦生理特性的影响,发现干旱条件下喷施 IAA 和 GA_3 造成 MDA 积累高于对照,加重膜脂过氧化伤害。这是否间接证明了干旱条件下植物内源 IAA 和 GA_3 含量的降低是植物对干旱的一种生理适应或保护机制值得继续探讨。

参 考 文 献

- 1 许旭旦. ABA 等内源激素与植物的抗旱性. 植物生理学通讯, 1988(1): 1~8
- 2 史吉平, 董永华, 李广敏, 等. 激素对水分胁迫条件下小麦等作物细胞保护酶活性的影响. 河北农业大学学报, 1995(1): 33~40
- 3 董永华, 史吉平, 李广敏. ABA 和 6-BA 对干旱条件下玉米幼苗 PEP 羧化酶活性的影响. 植物生理学通讯, 1995(6): 421~423
- 4 董永华, 史吉平, 李广敏, 等. 乙烯利对干旱条件下小麦幼苗 PEP 羧化酶活性的影响. 河北农业大学学报, 1995, 18(3): 26~30
- 5 Giannopolitis CN, Ries SK. Superoxide dismutase. I Occurrence in higher plants. Plant Physiology, 1977, 59: 309~341
- 6 华东师大生物系植物生理教研组主编. 植物生理学实验指导. 北京: 人民教育出版社, 1986, 143~144
- 7 Chance B, Maehly AC. Assay of catalases and peroxidase. In: Colowick SP, Kaplan NO. ed. Methods in Enzymology (Vol.) New York: Academic Press, 1955, 764~775
- 8 林植芳, 李双顺. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系. 植物学报, 1984, 26(6): 605~615
- 9 Lowry OH. Protein measurement with the folin phenol reagent. J Biol Chem, 1951, 193: 265~275
- 10 Arron DI. Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol, 1949, 24: 1~5
- 11 Zimmermann Karl-Heinz, Chady M, Preusser, et al. Relationships between light and hormone action on ribulose-1, 5-bisphosphate carbOxylase in cucumber cotyledons. Biochem Physiol Pflanz (BPP), 1987, 182(5): 407~415
- 12 曾富华, 罗泽民. 赤霉素对杂交水稻生育后期剑叶中活性氧清除剂的影响. 作物学报, 1994, 20(3): 347~351
- 13 Whitmore FW. Effect of indoleacetic acid and hydroxyproline on isoenzymes of peroxidase in wheat coleoptiles. Plant Physiol, 1971, 47: 169~171
- 14 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 84~90
- 15 林植芳, 李双顺, 林桂珠, 等. 丙二醛对菠菜叶片中光合羧化酶和细胞保护酶活性的影响. 植物学报, 1989, 31(11): 860~866

Effect of Indole-3-acetic Acid and Gibberellic Acid as Foliar Spraying Agents on Physiological Characters of Wheat Seedlings Under Dry Soil Conditions

Dong Yonghua Shi Jiping Shang Zhenqing Li Guangmin

(Institute of Agronomy, Hebei Agricultural University, Baoding 071001)

Abstract Spraying the leaves of wheat seedlings with 2×10^{-5} mol/L of indole-3-acetic acid (IAA) and 5×10^{-4} mol/L of gibberellic acid (GA_3) under dry soil conditions may inhibit the activities of phosphoenolpyruvate carboxylase (PEPCase), peroxidase (POD) and catalase (CAT). When the wheat leaves were treated with IAA, the superoxide dismutase (SOD) activity and the chlorophyll content were increased significantly, while the stomatal resistance and water potential were affected little under the same experimental conditions. GA_3 could decrease SOD activity, and no effect on the chlorophyll content, stomatal resistance as well as water potential were slightly changed. These results showed that IAA and GA_3 could play a less favorable role in plant resistance to drought. It is evident indirectly that drought-induced degradation of IAA and GA_3 in plants may be an adaptation to drought.

Key words: Indole-3-acetic acid; Gibberellic acid; Soil drought; Wheat; PEPCase; Protective enzyme