

4, 4, 4-三氟-3-(吲哚-3)-丁酸和吲哚丁酸对水稻和莴苣幼苗种子根长度及侧根原基发生的影响

张红心^{1,2} 周 燮¹ (¹南京农业大学农学系植物激素研究室, 南京 210095; ²厦门大学生命科学学院, 厦门 361005)

提要 适宜浓度的 TFIBA 显著促进了莴苣和水稻初生种子根的伸长生长, 抑制了水稻种子根侧根原基的发生, 但对莴苣侧根原基的发生无任何作用, 对根顶端优势的调控与 IBA 相反。

关键词 TFIBA; IBA; 根的伸长生长; 侧根原基

The Effects of TFIBA and IBA on Seminal Root Length and Initiation of Lateral Root Primordial of Rice and Lettuce Seedlings

ZHANG Hong Xin^{1,2}, ZHOU Xie¹ (¹Laboratory of Plant Hormones, Department of Agronomy, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095; ²The School of Life Science, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract The effects of 4, 4, 4-trifluoro-3-(indole-3)-butyric acid (TFIBA) and indole-3-butyric acid (IBA) on the growth of primary roots and the genesis of lateral root primordial (LRP) were investigated. It was found that TFIBA at range of 0.001~10 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ inhibited the initiation of LRP while promoted the growth of primary roots of rice seedlings, whose effect was contrary to that of IBA. TFIBA at range of 0.1~100 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ also promoted the growth of lettuce seedlings while did not exhibit any promotive effect on the initiation of LRP.

Key words TFIBA; IBA; root growth; lateral root primordial

由于氟代生理活性物质常常起着模拟或阻断的作用, 以及多种氟代化合物已广泛应用于医学和农业生产实践^[1]。因此 Katayama 等^[2]用 CF₃取代吲哚丁酸(indole-3-butyric acid, IBA) C₃原子上的 H, 合成了 4, 4, 4-三氟-3-(吲哚-3)-丁酸(4, 4, 4-trifluoro-3-(indole-3)-butyric acid, TFIBA)。

IBA 抑制根的伸长生长, 而促进侧根原基的发生, 在根的顶端优势的调控中起着非常重要的作用。作为 IBA 类似物的 TFIBA, 对根的顶端优势的影响如何, 尚少见报道。为此, 我们进行了以下实验。

材料与方法

莴苣(*Lactuca sativa*)品种“白尖叶”种子浸泡 6 h 之后, 放在填有两层滤纸的培养皿中 20℃催芽。露白后, 播于固定在装有 1/2 Hoagland 营养液容器的湿纱布上, 在 20℃、每天光照 12 h 的条件下培养。根长至 1.5 cm 左右时, 挑选生长一致的幼苗, 用 TFIBA (0.1、1.0、10.0 和 100.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 或 IBA (0.1、1.0、2.5 和 10.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 浸泡种子根 72 h, 然后测量种子根的长度, 并在显微镜(放大 50 倍)下观察经 Schiff 试剂染色后的侧根原基, 计算侧根原基的密度。

水稻(*Oryza sativa*)品种“汕优 63”种子以

0.1% 的 HgCl₂ 消毒后, 浸种 24 h。催芽至露白时, 播于含有 TFIBA (0.001、0.01、0.1、1.0 和 10.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 或 IBA (0.001、0.01、0.1 和 1.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$) 的琼脂培养基上(0.4%), 然后置于 25℃、每天光照 12 h 条件下培养 6 d, 测量种子根的长度, 并在显微镜下(放大 50 倍)观察经 TTC 染色后的侧根及侧根原基, 并计算单位厘米侧根及其原基的数目。

莴苣种子根侧根原基的染色按 Schiff 法^[4]。

水稻种子根侧根原基染色用 TTC 法, 其步骤为: 将稻根浸入 0.4% 的 TTC 溶液中反应 2~3 h 后, 取出根, 抽气 20 min, 用蒸馏水冲洗几次后用 10% 的 HCl 解离 10 min, 再用 10% 的甘油透明, 最后在放大 50 倍的解剖镜下观察侧根原基。

实验结果

如表 1 所示, 0.1~100.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 TFIBA 显著促进莴苣种子根的伸长生长, 浓度越大, 其促进效应越显著, 至 100.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 种子根长度比未作处理的增加 63.7%。IBA 与 TFIBA 的作用相反, 在浓度为 1.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时就显著抑制了

种子根的生长。

TFIBA 也显著促进水稻种子根的伸长生长, 而且水稻种子根比莴苣的对 TFIBA 更敏感。如 $10.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 TFIBA 对稻种子根的促进作用达到最高值, 超过此浓度, 促进效应减弱, 而 TFIBA 在 $100.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 对莴苣种子根伸长生长的促进效应才达最大值(表 1)。

表 1 TFIBA 和 IBA 对水稻和莴苣幼苗种子根长度的影响

Table 1 The effects of TFIBA and IBA on seminal root length of rice and lettuce seedlings

| | 浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | 种子根长度/cm | |
|-------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| | | 水稻 | 莴苣 |
| TFIBA | 0 | 2.83±0.44 | 3.75±0.33 |
| | 0.001 | 2.91±0.11 | - |
| | 0.01 | 2.94±0.19 | - |
| | 0.1 | 4.21±0.14 | 4.25±0.24 |
| | 1.0 | 6.67±0.67 | 4.43±0.39 |
| | 10 | 8.56±1.18 | 5.27±0.40 |
| | 100 | 4.26±0.16 | 6.14±0.15 |
| | 100 | 4.26±0.16 | 6.14±0.15 |
| IBA | 0 | 2.83±0.44 | 3.75±0.33 |
| | 0.001 | 2.35±0.23 | - |
| | 0.01 | 1.81±0.17 | - |
| | 0.1 | 1.91±0.25 | 3.62±0.26 |
| | 1.0 | 1.46±0.11 | 2.95±0.27 |
| | 2.5 | - | 2.54±0.23 |
| | 10.0 | - | 2.65±0.21 |
| | 10.0 | - | 2.65±0.21 |

TFIBA 促进水稻种子根伸长生长的同时, 还显著抑制水稻种子根的侧根原基发生, 其浓度越大, 抑制效应越明显, 至 $10.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, 侧根原基密度仅为未作处理的 10.7%。与 TFIBA 的作用相反, $0.01\sim 1.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ IBA 显著促进种子根侧根原基的发生(表 2)。

TFIBA 对莴苣种子根侧根原基的发生没有显著作用, 即使浓度高达 $100.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。而 $0.1\sim 10.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 IBA 即显著促进了莴苣种子根侧根原基的发生(表 2)。

讨 论

本文结果显示, IBA 的氟代化合物 TFIBA 显著促进莴苣和水稻种子根的伸长生长, 抑制水稻种子根侧根原基的发生, 但对莴苣种子根侧根原基的发生无明显作用。TFIBA 和 IBA 对根的顶端优势的调控作用正好相反。

表 2 TFIBA 和 IBA 对水稻和莴苣幼苗种子根侧根原基发生的影响

Table 2 The effects of TFIBA and IBA on the initiation of LRP in rice and lettuce seedlings

| | 浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ | 侧根原基密度/个 $\cdot\text{cm}^{-1}$ | |
|-------|---------------------------------------|--------------------------------|------------|
| | | 水稻 | 莴苣 |
| TFIBA | 0 | 10.51±1.97 | 0.48±0.06 |
| | 0.001 | 7.24±1.29 | - |
| | 0.01 | 7.01±0.84 | - |
| | 0.1 | 6.04±0.20 | 0.34±0.05 |
| | 1.0 | 2.25±0.35 | 0.34±0.11 |
| | 10 | 1.91±0.25 | 0.30±0.06 |
| | 100 | - | 0.26±0.07 |
| | 100 | - | 0.26±0.07 |
| IBA | 0 | 10.51±1.97 | 0.48±0.06 |
| | 0.001 | 15.50±2.25 | - |
| | 0.01 | 18.32±4.02 | - |
| | 0.1 | 17.04±3.69 | 0.52±0.06 |
| | 1.0 | 12.25±3.09 | 1.36±0.31 |
| | 2.5 | - | 5.01±1.07 |
| | 10.0 | - | 10.30±1.32 |
| | 10.0 | - | 10.30±1.32 |

同莴苣相比, 水稻种子根对 TFIBA 更敏感, 如仅用 $10.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 TFIBA 处理水稻种子根后, 其种子根的长度比未做处理的增加 2.02 倍。而用 $100.0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 TFIBA 处理莴苣后, 其种子根的长度仅比对照增加 63.7%。

江玲和周燮^[3]发现 IBA 促进莴苣种子根侧根原基的发生, 同时也提高其内源生长素的含量。已知内源生长素和细胞分裂素的比值调控根的顶端优势, 而 IBA 的氟代化合物 TFIBA 在显著增强根的顶端优势的同时, 是否影响根中的生长素和细胞分裂素的含量与比值, 尚待用免疫学或者其他方法进一步查明。在作物的化控实践中, 有时需要增强根的顶端优势, 但迄今为止, 这方面的化学调控尚不理想, 这是因为 IBA 等大多数生理活性物质都是解除根顶端优势的, 而 TFIBA 化合物可能会有助于解决这一问题。

参考文献

- 1 Filler R. Fluorine-containing chiral compounds of biomedical interest. In: Ramachandran PV (ed). *Asymmetric Fluoro-Organic Chemistry: Synthesis, Applications, and Future Directions*. ACS Symposium Series, 2000, No 746. 1~ 20
- 2 Katayama M, Kato K, Kimoto H *et al.* (S)-(±)-4,4,4-trifluoro-3-(indole-3) butyric acid, a novel fluorinated plant growth. *Experientia*, 1995, **51**: 721~ 724
- 3 江玲, 周燮. 外源生长素和细胞分裂素对莴苣幼苗侧根原基发生和内源激素含量的影响. *南京农业大学学报*, 2000, **23**(1): 19~ 23
- 4 Kordan HA. Endogenous development of adventitious root primordia in lettuce hypocotyls. *Ann Bot.*, 1985, **55**: 267~ 268