

纳米化的二氧化钛促进绿豆下胚轴不定根形成

涂庆华^{1,3} 李娘辉¹ 李玲^{1,*} 熊予莹²

¹华南师范大学生命科学学院, 广州 510631; ²华南师范大学物理与电信工程学院, 广州 510631; ³抚州职业技术学院, 江西抚州 344106

摘要 5~20 mg·L⁻¹ 纳米化的 TiO₂ 能明显增加绿豆下胚轴不定根的数目、根干重和生根范围; 光照条件下显著促进绿豆下胚轴不定根的形成; 不同时间促生根效果不同, 以 6~18 h 的效果最好。

关键词 纳米化的二氧化钛; 不定根; 绿豆下胚轴

The Promotive Effect of Nanometer TiO₂ on the Adventitious Rooting of Mung Bean Hypocotyl

TU Qing-Hua^{1,3}, LI Niang-Hui¹, LI Ling^{1,*}, XIONG Yu-Ying²

¹College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; ²School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; ³Fuzhou Vocational Technical College, Fuzhou, Jiangxi 344106, China

Abstract 5–20 mg·mL⁻¹ nanometer TiO₂ treatment significantly increased root numbers, dry weight and rooting extent of adventitious rooting of mung bean hypocotyls, light significantly enhanced the formation of adventitious rooting. The promotive rooting was the best after treatment 6–18 h.

Key words nanometer TiO₂; adventitious roots; mung bean hypocotyl

纳米材料具有促进动植物生长、防治动植物疾病和去污染等多种功效^[1]。已有实验表明纳米材料有抑制单细胞植物生长的作用^[2], 对高等植物的作用虽有少量报道, 但主要围绕在对表观形态的影响, 生理机制的研究尚少。李大力等^[2]的实验表明无机纳米材料对植物组培苗再生芽的发育有促进作用, 并认为是培养基中纳米材料颗粒的巨大表面积吸附了一部分植物激素, 培养基中植物组织可利用的生长调节物质浓度相对下降之果。陆长梅等^[3]报道, 纳米材料可促进大豆萌发和幼苗生长, 并认为纳米材料产生的羟自由基可促进大豆体内自由基与自由基清除系统的旺盛代谢, 增强植物的抗逆能力, 最终促进植物的生长发育。不定根(adventitious root)形成是植物发育生物学中的一个基本问题^[4,5], 本文以绿豆下胚轴插条为实验材料, 研究了纳米化的 TiO₂ 对其不定根形成的影响。

材料与方法

绿豆(*Vigna radiata*)种子购自种子商店。选籽粒饱满、大小一致的绿豆种子, 用自来水洗干净

后浸种 12 h。将充分吸胀的种子播于盛有干净湿沙的瓷盘中, 于(28±2)℃中暗培养 36 h, 发芽后移入光照箱内培养 3 d(光照 16 h·d⁻¹, 辐照度 63.75 mol·m⁻²·s⁻¹), 温度(28±2)℃, 相对湿度 80%。选取长势、茎粗、叶片大小一致, 苗高 8~9 cm(下胚轴 5~6 cm, 上胚轴 3 cm, 子叶、初生叶和顶芽完好)的幼苗用于实验。

试验用的纳米化的 TiO₂ 为华南师范大学物理与电信工程学院研制的白色粉末状固体(锐钛型, 颗粒粒径 20~23 nm)。

绿豆幼苗随机分成所需份数, 切去子叶下部 4 cm 以下部分的下胚轴和根系, 即为生根试验用的插条。

插条基部浸入盛有 3 cm 深不同浓度 TiO₂ 溶液的小烧杯中, 每杯置 20 个插条, 每种处理 3 杯。浸泡 24 h 后用清水漂洗基部, 换用自来水培养 5 d, 每天换水 1 次。培养的条件与材料培养的

收稿 2004-07-01 修定 2005-01-07

资助 广东省自然科学基金(031502)。

*通讯作者(E-mail: liling@scnu.edu.cn, Tel: 020-85212078)。

相同。于光照和黑暗中用 $15 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度的 TiO_2 分别浸泡插条后, 24 h 后用清水漂洗基部, 换用自来水培养 5 d, 每天换水 1 次。处理和生根培养的条件与材料培养相同。

在插条生根的不同时间内, 用 $15 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度的 TiO_2 浸泡 6 h, 然后用自来水冲洗插条基部以除去沾在表面的 TiO_2 , 插条再在自来水中培养相应的时间。分别取出培养 5 d 的插条, 计算从下胚轴表面长出 1 mm 以上的根数, 测定生根范围根干重。

以上实验均重复 3 次, 取平均值。

实验结果

1 纳米化的 TiO_2 浓度对绿豆下胚轴插条不定根形成的影响

图 1 表明, 经纳米化的 TiO_2 溶液处理后的插条生根数、生根范围、根干重都有增加, 其中

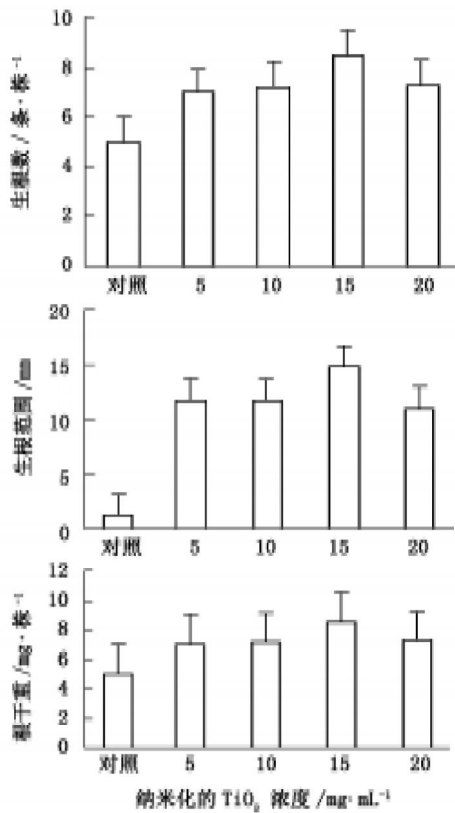


图1 不同浓度纳米化的 TiO_2 对绿豆下胚轴不定根根数、生根范围和根干重的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of nanometer TiO_2 on number, extent and dry weight of adventitious roots in hypocotyl of mung bean

生根范围增加的程度较大, $15 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ TiO_2 的促进作用最为显著, $10 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的次之。

2 光照或黑暗条件下纳米化的 TiO_2 对绿豆下胚轴插条不定根形成的影响

用浓度为 $15 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 纳米化的 TiO_2 浸泡插条, 分别置于光和暗条件 (28°C) 下培养 24 h, 然后再进行 120 h 生根培养。如图 2 所示, 无论在光照还是黑暗条件下培养, 其生根数、生根范围、根干重均有增加, 尤其是在光照下培养与对照的插条生根数相差 2.7 倍。这与蒋小满等^[6]的光、暗预处理诱导蚕豆幼苗不定根的研究结果一致。

3 不同时间内以纳米化的 TiO_2 处理的绿豆插条不定根形成的比较

图 3 是绿豆下胚轴插条在不同时间段用 $15 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ TiO_2 处理后的生根结果。在 48 h 内每隔 6 h 处理插条, 其生根结果均好于未加 TiO_2 处理

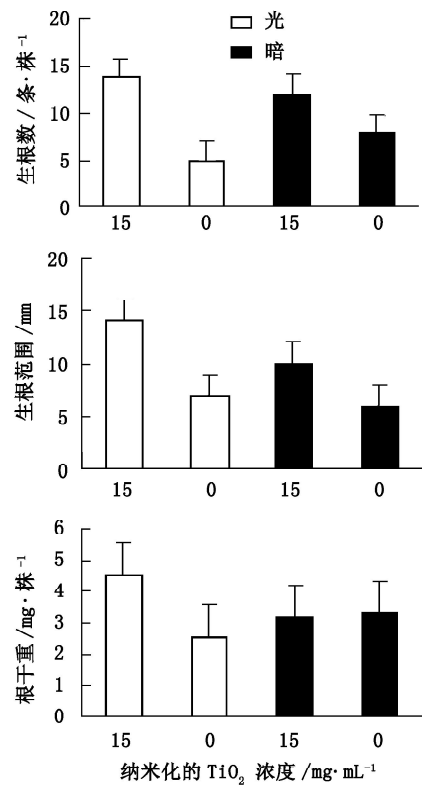


图2 光照或黑暗条件下纳米化的 TiO_2 对绿豆下胚轴插条不定根根数、生根范围和根干重的影响

Fig. 2 Effects of nanometer TiO_2 on number, extent and dry weight of adventitious roots in hypocotyl cuttings of mung bean under the light or dark

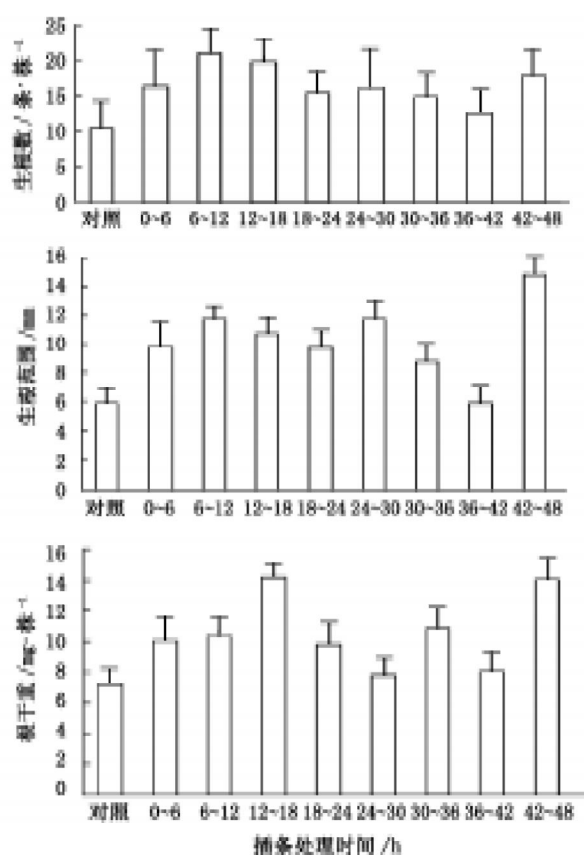


图3 纳米化的TiO₂处理不同时间的绿豆下胚轴插条生根数、生根范围和根干重比较

Fig. 3 Comparison of different treatment times of nanometer TiO₂ on number, extent and dry weight of adventitious roots in hypocotyl cuttings of mung bean

的。其中, 在6~12 h时间段处理生根效果最好, 生根数、生根范围均为对照的2倍, 根干重为对照的1.3倍, 表明这个时期对TiO₂最敏感, 该时期处理最有效地诱导根原基的形成; 12~18 h次之。因此, TiO₂的作用与其作用时间有关。

讨 论

TiO₂作为一种半导体材料具有很好的光催化活性, 其吸收能量大于其禁带宽度的光子被激发至导带时即产生电子——空穴对, 光生空穴的氧

化性很强^[7]。本文以纳米化的TiO₂影响绿豆下胚轴不定根形成的结果表明, 一定浓度范围内的纳米化的TiO₂可促进绿豆下胚轴插条生根。这一结果与李大力等^[2]的纳米材料不能促进生根而只能促进芽生长的结果相反, 这可能与药剂浓度、处理时间和植物材料不同有关^[8,9]。

在光照或黑暗条件下, 纳米化的TiO₂处理的插条生根效果均好于未经纳米化的TiO₂处理的, 光照下的促进效果更加显著, 这可能是纳米化的TiO₂光催化作用的结果。

王金祥^[4]将绿豆下胚轴不定根的形成分为4个时期: 6~12 h为诱导期, 12~24 h为起始早期, 24~48 h为起始晚期, 48~72 h为生长和分化期。本文在不定根形成过程中的不同时间段内用纳米化的TiO₂处理绿豆下胚轴, 结果以6~12 h处理的生根数最多, 42~48 h处理生根范围最大, 12~18 h处理根干重最重, 表明不定根形成后的6~18 h是纳米化的TiO₂作用的敏感时期。

参考文献

- 1 陈学军, 万新建. 纳米材料在豇豆和萝卜上的浸种效应. 江西农业科技, 2000, (6): 34~35
- 2 李大力, 李丹, 汪信. 无机纳米粒子对人类细胞培养及植物组培苗影响的研究. 徐州师范大学学报, 2000, 20(2): 51~53
- 3 陆长梅, 张超英, 温俊强等. 纳米材料促进大豆萌芽、生长的影响及其机理研究. 大豆科学, 2002, 21(3): 168~171
- 4 王金祥. 绿豆下胚轴不定根形成不同的时期的激素调控[博士学位论文]. 广州: 华南师范大学, 2002
- 5 黄群声, 张铭光, 李娘辉. 味精生产出的废液对绿豆插条下胚轴生根的影响. 华南师范大学学报(自然科学版), 1998, (1): 68~71
- 6 蒋小满, 柏新富, 王小安. 光、暗预处理对蚕豆幼苗不定根形成的影响. 烟台师范学院学报(自然科学版), 1995(6): 56~59
- 7 王永康, 王立编著. 纳米材料科学与技术. 杭州: 浙江大学出版社, 2002. 202~207
- 8 潘瑞炽, 李玲. 植物生长发育的化学调控. 第2版. 广州: 广东高等教育出版社, 1999. 50~53
- 9 沈耀良, 王惠民. 纳米材料与TiO₂光催化废水处理技术. 江苏环境科技, 2000, 13(3): 13~15