

# 纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂对藏茵陈种子萌发能力的影响

董汇泽<sup>1</sup>, 杨君丽<sup>1</sup>, 鲁云<sup>2</sup> (1. 青海大学, 青海西宁 810016; 2. 日本千叶大学, 日本千叶 263-8522)

**摘要** [目的]为藏茵陈的人工栽培提供理论依据。[方法]以川西獐牙菜和抱茎獐牙菜 2 种藏茵陈种子为材料,用纳米 TiO<sub>2</sub> 溶液对其进行浸种处理,以清水处理为对照,研究浸种时间、TiO<sub>2</sub> 浓度及光照条件对种子发芽率及发芽势的影响。[结果]当 TiO<sub>2</sub> 浓度为 400 mg/g 时,川西獐牙菜种子的发芽势及发芽率分别较对照高 16.4% 和 17.5%,当 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200 mg/g 时,抱茎獐牙菜种子的发芽势及发芽率分别较对照高 14.1% 和 17.2%;浸种 9、12 h 时,川西獐牙菜种子的发芽势及发芽率分别为 74.4%、79.3% 和 74.1%、77.7%;浸种 12 h 时,抱茎獐牙菜种子的发芽势及发芽率分别为 56.9% 和 83.8%;日光照射下,川西獐牙菜和抱茎獐牙菜种子的发芽势及发芽率分别为 71.7%、73.2% 和 81.4%、86.9%。[结论]纳米 TiO<sub>2</sub> 浸种可提高藏茵陈种子的萌发能力。

**关键词** 纳米 TiO<sub>2</sub>; 藏茵陈; 发芽势; 发芽率

**中图分类号** S561.23+9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)22-10498-02

## Effects of Nano-TiO<sub>2</sub> on Seed Germination Capacity of Tibetan Capillary

DONG Hui-ze et al (Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

**Abstract** [Objective] The aim was to provide the theoretical basis for artificial cultivation of Tibetan capillary. [Method] With the seeds of 2 kinds of Tibetan capillary *Swertia mussotii* Franch and *Swertia frachetiana* H. Smith as the materials, they were soaked in nano-TiO<sub>2</sub> solution. With the treatment by clear water as CK, the effects of soaking time, TiO<sub>2</sub> concn. and light condition on germination rate and germination energy of seeds were studied. [Result] When TiO<sub>2</sub> was 400 mg/g, the germination rate and germination energy of *S. mussotii* seeds were 16.4% and 17.5% higher than those of CK resp. When TiO<sub>2</sub> was 200 mg/g, the germination rate and germination energy of *S. frachetiana* seeds were 14.1% and 17.2% higher than those of CK resp. When soaking time were 9, 12 h, the germination rate and germination energy of *S. mussotii* seeds were 74.4%, 79.3% and 74.1%, 77.7% resp. When soaking time was 12 h, the germination rate and germination energy of *S. frachetiana* seeds were 56.9% and 83.8% resp. Under sunlight radiation, the germination rate and germination energy of the seeds of *S. mussotii* and *S. frachetiana* were 71.7%, 73.2% and 81.4%, 86.9% resp. [Conclusion] Seed soaking with nano-TiO<sub>2</sub> could increase the germination capacity of Tibetan capillary.

**Key words** Nano-TiO<sub>2</sub>; Tibetan capillary; Germination energy; Germination rate

藏茵陈 (*Swertia mussotii* Franch) 为龙胆科 (Gentianaceae) 2 年生多分支草本植物, 主要生长于青藏高原。其性寒、味苦, 具有清热消炎、舒肝利胆等功能, 是治疗肝炎的有效药物。现有藏茵陈主要为野生种, 由于人们过度采挖, 目前藏茵陈资源已逐渐趋于枯竭, 野生种群濒临灭绝。藏茵陈种子较小、发芽困难, 播种后出苗率较低。因此, 如何提高藏茵陈种子的发芽率和出苗率是该药材人工引种栽培的关键技术环节<sup>[1-3]</sup>。纳米 TiO<sub>2</sub> 是一种光催化剂, 具有很强的吸收紫外光的特性, 在可见光尤其是紫外光的照射下, 具有极强的氧化性和还原性, 具有分解有机物, 杀菌、吸收与释放远红外线等功能, 可使大分子团产生共振而分解成为小分子, 使普通水变成活性水<sup>[4]</sup>。目前, 纳米技术在作物浸种中的应用已有一些研究<sup>[5-6]</sup>。笔者采用纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂处理藏茵陈种子, 研究 TiO<sub>2</sub> 对藏茵陈种子萌发特性的影响, 以期对藏茵陈的人工栽培与规范化生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 纳米 TiO<sub>2</sub> (20 nm), 由日本千叶大学工学部鲁云博士提供。

川西獐牙菜种子于 2007 年 9 月采自青海省玉树州; 抱茎獐牙菜种子于 2007 年 10 月采自青海省乐都县, 将采集的种子于 0~4℃ 冰箱中保存备用。

## 1.2 方法

**1.2.1 纳米 TiO<sub>2</sub> 不同浓度处理。** 纳米 TiO<sub>2</sub> 的浓度分别为 0 (CK)、100、200、400、600、800、1 000 mg/kg, 共 7 个处理, 每处

理 100 粒种子, 3 次重复。种子漂洗后在清水中预浸 2 h, 然后置于不同浓度纳米 TiO<sub>2</sub> 溶液中, 室内自然条件下浸种 24 h。

**1.2.2 纳米 TiO<sub>2</sub> 不同浸种时间处理。** 浸种时间分别为 6、9、12、18、24 h, 共 5 个处理, 每处理 100 粒种子, 3 次重复。种子漂洗后在清水中预浸 2 h, 然后置于 500 mg/kg 纳米 TiO<sub>2</sub> 溶液中, 室内自然条件下浸种。

**1.2.3 纳米 TiO<sub>2</sub> 不同光照条件处理。** 种子漂洗后在清水中预浸 2 h, 然后置于 500 mg/kg 纳米 TiO<sub>2</sub> 溶液中, 在下列光照条件下分别浸种处理 10 h, 每处理 100 粒种子, 3 次重复。光照条件: ①室内自然条件; ②黑暗; ③自然光 (照射 6 h、平均辐照度 1.0 × 10<sup>5</sup> lx); ④日光灯 (照射 10 h、40 W × 2); ⑤远红外灯 (液体温度升至 40℃ 止); ⑥紫外灯 (照射 5 h、30 W 医用)。

**1.2.4 种子发芽势和发芽率的测定。** 将处理过的藏茵陈种子放在铺有滤纸的平皿中, 置于室温 25℃ 左右的房间中培养。第 7 天记录各处理种子的发芽数, 计算其发芽势。从第 7 天起逐日记录各处理种子的发芽数, 第 13 天测种子发芽率。

$$\text{发芽势}(\%) = \frac{7 \text{ d 内发芽种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100$$

## 2 结果与分析

**2.1 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度对种子萌发的影响** 由表 1 可知, TiO<sub>2</sub> 浓度为 400 mg/kg 时, 川西獐牙菜种子的发芽势和发芽率分别为 70.1%、76.3%, 分别比对照高 16.4% 和 17.5%, 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200 和 400 mg/kg 时, 川西獐牙菜种子的发芽势和发芽率与对照差异显著。纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200 mg/kg 时, 抱茎獐牙菜种子的发芽势和发芽率分别为 70.2% 和 88.1%,

**基金项目** 青海省科技攻关项目 (2007-N-126)。

**作者简介** 董汇泽 (1961-), 男, 山西万荣人, 教授, 从事应用物理学研究。

**收稿日期** 2009-04-10

分别比对照高 14.1% 和 17.2%, 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200、400 mg/kg 时, 抱茎獐牙菜种子的发芽势和发芽率显著高于对照。说明纳米 TiO<sub>2</sub> 处理可促进藏茵陈种子萌发、提高藏茵陈种子的活力; 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200~400 mg/kg 时效果较明显。

表 1 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度对藏茵陈种子萌发的影响

Table 1 Effects of nano-TiO<sub>2</sub> concentration on the germination capacity of Tibetan capillary

处理 Treatment	纳米 TiO <sub>2</sub> 浓度 mg/kg Nano-TiO <sub>2</sub> concentration	川西獐牙菜 <i>S. mussoitii</i>		抱茎獐牙菜 <i>S. frachetiana</i>	
		发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate	发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate
①	0 (CK)	53.7 b	58.8 b	56.1 b	70.9 b
②	100	65.6 a	67.4 ab	61.0 b	84.7 ab
③	200	70.8 a	75.5 a	70.2 a	88.1 a
④	400	70.1 a	76.3 a	69.2 a	85.5 a
⑤	600	62.7 ab	68.1 ab	58.3 b	81.6 ab
⑥	800	63.6 ab	72.7 a	57.1 b	78.6 ab
⑦	1000	63.4 ab	67.5 ab	60.7 b	80.7 ab

注: 小写字母不同表示与对照差异达 0.05 水平。下同。

Note: Different lowercases stand for significant differences at 0.05 levels compared with CK. The same as follows.

2.2 纳米 TiO<sub>2</sub> 浸种时间对种子萌发的影响 由表 2 可知, 浸种 9、12 h 时, 川西獐牙菜种子的发芽势与发芽率分别为 74.4%、79.3% 和 74.1%、77.7%, 说明对川西獐牙菜种子浸种 9~12 h 效果较好。浸种 12 h 时, 抱茎獐牙菜种子的发芽势和发芽率分别为 56.9% 和 83.8%, 说明对抱茎獐牙菜种子浸种 12 h 效果最好。

表 2 浸种时间对藏茵陈种子萌发的影响

Table 2 Effects of seed soaking time on the germination capacity of Tibetan capillary

处理 Treatment	浸种时间//h Seed soaking time	川西獐牙菜 <i>S. mussoitii</i>		抱茎獐牙菜 <i>S. frachetiana</i>	
		发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate	发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate
①	6	66.4 b	70.9 b	55.1 a	79.0 ab
②	9	74.4 a	79.3 a	55.2 a	74.4 b
③	12	74.1 a	77.7 a	56.9 a	83.8 a
④	18	66.2 b	67.7 b	49.1 b	74.8 b
⑤	24	68.6 b	71.9 b	48.4 b	78.0 ab

(上接第 10495 页)

Ca 在顶端生长中心分布较多, 其他元素 (Fe、Mn、Mg 和 Zn) 也主要分布在生长或代谢中心, 说明肉苁蓉顶端、基部及最外层是生长和代谢活动比较活跃的部位。该研究仅测定了肉苁蓉中部分元素的含量, 其他药效成分的含量及肉苁蓉的生长代谢还需进一步测定和研究。

### 参考文献

- [1] 马毓泉. 内蒙古肉苁蓉属订正[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 1977 (1): 69.
- [2] 屠鹏飞, 何燕萍, 楼之岑. 肉苁蓉类药源调查与资源保护[J]. 中草药, 1994, 25(4): 205.
- [3] 王学先. 肉苁蓉人工栽培技术[J]. 新疆农业科技, 2002(1): 13.
- [4] 刘永博, 杨黎明. 肉苁蓉栽培与管理[J]. 特种经济动植物, 2001(8): 22.

2.3 纳米 TiO<sub>2</sub> 光照条件对种子萌发的影响 由表 3 可知, 在日光灯照射下, 川西獐牙菜种子的发芽势和发芽率分别为 71.7% 和 81.4%, 抱茎獐牙菜种子的发芽势和发芽率分别为 73.2% 和 86.9%, 说明纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂对日光照射较敏感, 促进藏茵陈种子萌发的效果较好。

表 3 光照条件对藏茵陈种子萌发的影响

Table 3 Effects of light condition on the germination capacity of Tibetan capillary

处理 Treatment	光照条件 Light condition	川西獐牙菜 <i>S. mussoitii</i>		抱茎獐牙菜 <i>S. frachetiana</i>	
		发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate	发芽势//% Germination energy	发芽率//% Germination rate
①	室内	58.1 b	67.4 b	67.0 abc	83.5 b
②	黑暗	59.5 b	67.0 b	60.6 c	83.9 ab
③	自然光	61.6 b	71.2 b	71.5 ab	84.4 ab
④	日光灯	71.7 a	81.4 a	73.2 a	86.9 a
⑤	远红外	69.0 a	79.4 a	68.2 ab	83.2 b
⑥	紫外灯	59.2 b	72.6 b	65.0 bc	81.4 b

### 3 结论与讨论

纳米 TiO<sub>2</sub> 处理可明显促进 2 种藏茵陈种子萌发、提高种子活力, 纳米 TiO<sub>2</sub> 浓度为 200~400 mg/kg 时处理效果较好; 纳米 TiO<sub>2</sub> 对川西獐牙菜种子浸种 9~12 h 效果较好, 对抱茎獐牙菜种子浸种 12 h 效果较好。纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂对日光照射较敏感, 促进藏茵陈种子萌发的效果较好。

纳米 TiO<sub>2</sub> 光催化剂可改变水的活性, 促进藏茵陈种子新陈代谢。同时, 纳米 TiO<sub>2</sub> 发射的远红外线可不同程度的刺激藏茵陈种子的表壁细胞, 提高种子活力, 促进种子萌发。

### 参考文献

- [1] 魏卫东, 王得贤. 资源植物藏茵陈种子萌发能力研究[J]. 中国种业, 2006(7): 32-33.
- [2] 魏卫东, 王得贤. 两种藏茵陈植物种子萌发能力研究初报[J]. 种子, 2006(9): 80-81.
- [3] 苏旭, 吴学明, 刘玉萍. 川西獐牙菜种子萌发特性的研究[J]. 中国农学通报, 2006(2): 216-218.
- [4] 刘吉平. 纳米科学与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 220-227.
- [5] 黎永洪, 刘安勤, 曹玉江, 等. 几种纳米器件对种子发芽的影响[J]. 纳米科技, 2006(5): 22-25.
- [6] 郭莉, 王丹军, 王晓娟, 等. 纳米 TiO<sub>2</sub> 对豌豆萌发及生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(18): 5352-5353.
- [7] 高焕, 冯启. 肉苁蓉人工种植技术研究[J]. 内蒙古林业科技, 2001(S1): 45.
- [8] 宋加录, 张玉芹. 肉苁蓉的栽培与采收[J]. 中国野生植物资源, 1994, 21(2): 59.
- [9] 徐胜利, 陈小青. 新疆肉苁蓉人工栽培新技术[J]. 新疆农业科技, 2000(1): 16.
- [10] 王长林, 屠鹏飞, 郭玉海, 等. 人工栽培管花肉苁蓉的化学成分分析[J]. 中草药, 2004, 35(6): 676.
- [11] 周清潮, 王国平, 夏峰. 126 例癫痫患者头发 9 种元素含量测定分析[J]. 微量元素与健康研究, 1994, 13(2): 59.
- [12] 韩金士, 刘彦明, 王辉, 等. 原子吸收光谱法测定清热解暑类中草药中的 11 种微量元素[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(10): 1931.
- [13] 李焕荣, 王霞, 高杰, 等. 肉苁蓉加工过程中护色工艺研究[J]. 食品科技, 2007(2): 106.
- [14] 陈晓东, 薛德钧, 邓亦惠, 等. 肉苁蓉的微量元素分析[J]. 江西医学院学报, 1994, 6(4): 31.