

文冠果种子休眠解除方法研究

赵 丹, 金 华, 宋 鹏飞, 邹 吉祥, 姜 国 斌, 李 清 越

(大连民族大学 环境与资源学院, 辽宁 大连 116600)

摘 要:以文冠果种子为试材,设置 10 种不同催芽方法,包括水浴加热、不同浓度的 H_2SO_4 、 KNO_3 、PEG-6000 等试剂处理文冠果种子,诱导发芽后调查种子的发芽率、活力、发芽势等发芽参数,并对不同催芽方法进行了比较分析,筛选适合文冠果种子快速解除休眠的方法。结果表明:80℃水浴加热、4% KNO_3 溶液、5% PEG-6000 溶液、 GA_3 溶液、2% KNO_3 溶液、10% PEG-6000 溶液、4℃蒸馏水浸种、50% H_2SO_4 溶液处理,均可不同程度的提高文冠果种子的发芽率,而高浓度 H_2SO_4 溶液处理对文冠果种子发芽有抑制作用;文冠果种子经 80℃水浴加热 10 min 处理可使发芽率提高到 55.83%,为未处理的 9.3 倍。

关键词:文冠果;种子;休眠;发芽率

中图分类号:S 565.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)12-0016-05

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge)属无患子科(Sapindaceae)文冠果属(*Xanthoceras* Bunge)^[1],是我国特有的木本油料树种,具有结实早、盛果期长、综合利用价值高等特点,且具有耐寒、耐旱和耐盐碱等特征,在我国广阔的北方地区和南方高寒山区很有发展前景^[2]。然而文冠果种子的休眠期长、种皮厚且坚硬、内含萌发抑制物等,造成文冠果种子自然发芽率极低^[3],严重阻碍了文冠果这一兼具生态和经济价值树种的大面积推广种植。周玲等^[4]报道,用 5%和 10%的 PEG-6000 溶液处理文冠果种子对其发芽有明显促进作用。徐东翔^[5]报道,文冠果种子经过积层催芽处理,翌年播种时可有效提高其发芽率,并探索了解除文冠果种子休眠的途径和措施。李凤怀等^[6]报道,对文冠果种子进行 150 mmol·L⁻¹ NaCl+10 mmol·L⁻¹ 脯氨酸的引发处理,可有效提高文冠果种子的发芽率,缩短了发芽进程。司凤义等^[7]报道,以低温雪藏处理的文冠果种子发芽效果比低温沙藏更为显著。种子深度休眠给农林生产带来巨大损失。种子休眠的一个重要原因是膜系统的劣变,种子贮藏过程中细胞膜透性会发生变化,造成种子进入休眠状态,幼苗长势减弱^[8-9],PEG-6000、 KNO_3 可通过改善膜透性渗入调节^[10-12],有效的快速打破种子休

眠^[15-18];种子内含的生长抑制物也是造成种子发芽率低的又一重要因素, GA_3 可有效降低种子中生长抑制物 ABA 含量^[13-14];对具有种皮坚硬、外层裹有蜡质、不易吸水膨胀等特点的种子,采用浓 H_2SO_4 、沸水浸泡的预处理方法可达到软化种皮提高种子萌发率和整齐度的目的^[15]。该试验通过低温与变温、外源激素、化学试剂等对休眠的文冠果种子进行催芽处理,通过调查文冠果种子的活力、发芽参数等,筛选出快速解除文冠果种子休眠的最佳方法,该研究结果对提高文冠果种子发芽率以及大面积推广种植文冠果具有指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试文冠果种子于 2014 年 8 月初采自新疆奇台县文冠果实验基地,树龄 8 年左右,采集后充分混合备用。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验共设 10 个处理,分别为 98%、70%、50%的 H_2SO_4 溶液、2%、4%的 KNO_3 溶液、5%、10%的 PEG-6000 溶液、0.02%的 GA_3 溶液、4℃和 80℃蒸馏水处理,以室温蒸馏水处理为对照。每组处理随机选取 50 粒种子,称重、测量种子直径,取平均数。每组处理重复 3 次。试验进行前先用 0.14%甲醛溶液浸泡种子 15 min,进行种子消毒。

1.2.2 种子活力测定 TTC 染色:每组重复随机挑选 10 粒种子进行 TTC 染色观察。将种子用 30℃温水浸泡 8 h,使种子充分吸胀。沿种胚中央切开,其中一半加入 0.5%的 TTC 溶液浸没种子,在恒温水浴保温 60 min,将种子取出用清水冲洗 1~2 次,观察种胚染色情况;另一半在沸水中煮 5 min 使种子胚失活,以同

第一作者简介:赵丹(1991-),女,河北衡水人,硕士研究生,研究方向为文冠果抗逆生理。E-mail:zhaodan131124@163.com.

责任作者:金华(1971-),女,吉林延边人,博士,副教授,现主要从事植物遗传育种等研究工作。E-mail:jhwa@dlnu.edu.cn.

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(DC201501070202,DC201501070401)。

收稿日期:2016-02-14

样的染色处理为对照。

1.2.3 种子处理方法 H_2SO_4 溶液处理:将种子分别浸于 50%、70%、98% H_2SO_4 溶液中 10 min 后用蒸馏水与去离子水冲洗 2 遍,晾干备用。 KNO_3 溶液处理:将种子浸在 2%、4% KNO_3 溶液中 24 h,每隔 3~5 h 用玻璃棒搅拌,取出种子,用蒸馏水与去离子水冲洗 2 遍,晾干备用。PEG-6000 溶液处理:将文冠果种子分别浸在 5%、10% PEG-6000 溶液中 24 h,每隔 3~5 h 用玻璃棒搅拌,取出种子,用蒸馏水与去离子水冲洗 2 遍,晾干备用。 GA_3 溶液处理:将文冠果种子浸于 0.02% 的 GA_3 溶液中 24 h,每隔 3~5 h 用玻璃棒搅拌,取出种子,用蒸馏水与去离子水冲洗 2 遍,晾干备用。不同温度处理:将种子分别在 4℃蒸馏水中浸种 24 h、80℃蒸馏水中水浴 10 min,用蒸馏水冲洗 3 遍后晾干备用。

1.3 项目测定

将处理好的种子置于 25℃,12 h/12h 光照的智能培养箱中发芽,每隔 1 d 浇入 100 mL 蒸馏水。每天观察种子的发芽情况,统计种子开始发芽的天数,20 d 后统计分析发芽参数。发芽率($r/\%$)=种子发芽个数(m)/种子总个数(n) $\times 100$;发芽势($k/\%$)=第 10 天发芽个数(m_1)/种子总个数(n) $\times 100$;发芽速度(t)= $\sum(D \times n_i)/\sum n_i$, n_i :第 D 天的发芽粒数, D :种子置床起的天数。

表 1 文冠果种子质量、直径及活力

Table 1 *Xanthoceras sorbifolia* seeds parameters and active

处理 Treatment	种子质量 Seed weight/g	种子直径 Seeds diameter/cm	种子染色数 Number of seed staining	种子活力比例 Seed activity ratio/%
对照(CK)	0.85±0.05cd	1.43±0.02ab	10.00±0.00a	100.00±0.00a
98% H_2SO_4	0.87±0.01bcd	1.43±0.02abc	9.67±0.58a	96.67±0.58a
70% H_2SO_4	0.92±0.08ab	1.42±0.05abc	9.67±0.58a	96.67±0.58a
50% H_2SO_4	0.83±0.02d	1.39±0.06c	9.67±0.58a	96.67±0.58a
2% KNO_3	0.86±0.03bcd	1.41±0.02bc	9.67±0.58a	96.67±0.58a
4% KNO_3	0.87±0.02abcd	1.43±0.05bc	10.00±0.00a	100.00±0.00a
5% PEG-6000	0.89±0.01abcd	1.46±0.02abc	9.67±0.58a	96.67±0.58a
10% PEG-6000	0.93±0.00a	1.40±0.01ab	10.00±0.00a	100.00±0.00a
0.02% GA_3	0.84±0.05cd	1.43±0.02bc	9.67±0.58a	96.67±0.58a
4℃蒸馏水	0.85±0.01cd	1.47±0.02abc	10.00±0.00a	100.00±0.00a
80℃水浴加热	0.90±0.01abc	1.45±0.02a	9.67±0.58a	96.67±0.58a

注:不同小写字母表示各处理间差异显著($P<0.05$)。以下同。
Note:Different lowercase letters indicate significant differences($P<0.05$)between different treatments. The same below.

1.4 数据分析

分别采用 Microsoft Excel 2007、SPSS 17.0 和 Sigma Plot 12.5 软件进行数据统计、比较和分析。

2 结果与分析

2.1 种子质量、直径及活力

由表 1 可以看出,试验用种子质量在 0.83~0.93 g,种子直径在 1.39~1.47 cm。TTC 染色主要是检测种子活力,具有活力的种子中的 TTC 可被种子呼吸作用中的氧化还原反应还原成不溶性的红色 TTF^[20]。该试验对被测种子进行染色处理,检测种子的发芽活力。图 1(a)为对照处理,种仁呈乳白色,未染色,种子已不具备发芽能力;图 1(b)为染色处理,种仁呈均匀红色,染色明显,种子具有发芽能力。图 1(c)文冠果种子与图 1(b)比较种子胚染色不均匀,红色显色相对较浅,说明种子活力较弱,发芽能力低。从表 1 种子染色数及活力比例可以看出,对照、4% KNO_3 溶液、10% PEG-6000 溶液、4℃蒸馏水处理平均染色个数为 10 个,种子活力均为 100%。其它处理如 50%、70%、98% 浓 H_2SO_4 、5% PEG-6000、 GA_3 、80℃水浴加热种子染色平均值为 96.67%,表明试验用种子活力均较高。



图 1 种子染色情况比较
Fig. 1 Comparison of seed staining

2.2 不同处理方法对种子发芽参数的影响

由表 2 可以看出,不同处理的种子的发芽率有明显的差异,对照处理发芽率仅为 5.83%,发芽势为 1.67%,开始发芽天数为 11.67 d,发芽速度为 13.49 粒·d⁻¹。80 ℃水浴加热、4% KNO₃ 溶液、5% PEG-6000 溶液、GA₃ 溶液、2% KNO₃ 溶液、10% PEG-6000 溶液、4 ℃蒸馏水浸种、50% H₂SO₄ 溶液处理均在不同程度上提高

了种子的发芽率,其中 80 ℃水浴加热处理种子的发芽率提高最为明显,发芽势最高,在第 9.67 天开始发芽。70%和 98%的 H₂SO₄ 溶液相比对照处理都降低了种子的发芽率,其中 98%的高浓度 H₂SO₄ 溶液发芽率最低,发芽势最低,且到第 10 天时高浓度 H₂SO₄ 溶液处理过的种子没有发芽,开始发芽时间为第 17 天,发芽速度 10.33 粒·d⁻¹ 相对较慢。

表 2 不同处理方法对文冠果种子发芽参数的影响

Table 2 Effects of various treatments on germination index of *Xanthoceras sorbifolia* seeds

处理 Treatment	发芽率 Germination percentage/%	发芽势 Germination potential/%	开始发芽天数 Begin to germinate days/d	发芽速度 Germination rate/(粒·d ⁻¹)
对照(CK)	5.83±1.00e	1.67±1.44ef	11.67±1.53bc	13.49±6.05b
98% H ₂ SO ₄	1.67±2.89f	0.00±0.00f	17.00±3.00a	10.33±9.07b
70% H ₂ SO ₄	5.00±2.89f	0.83±1.44ef	14.00±3.61b	17.17±3.82b
50% H ₂ SO ₄	12.50±1.44e	9.17±1.44e	10.00±0.00c	28.83±6.25a
2% KNO ₃	32.50±2.50c	32.50±2.50bc	10.33±0.58c	11.20±0.26b
4% KNO ₃	43.30±3.82b	27.50±9.01cd	9.00±1.00c	11.09±0.35b
5% PEG-6000	38.33±9.46b	25.83±6.29cd	9.33±0.58c	11.09±0.46b
10% PEG-6000	27.50±4.33c	23.33±7.22d	9.67±0.58c	11.21±0.51b
0.02% GA ₃	38.33±2.50b	38.33±2.89b	10.00±0.00c	10.85±0.16b
4 ℃ 蒸馏水	21.67±2.50d	21.67±2.89d	11.00±0.00c	11.61±0.10b
80 ℃ 水浴加热	55.83±15.00a	52.50±6.61a	9.67±0.58c	11.08±0.33b

2.2.1 H₂SO₄ 溶液处理对种子发芽的影响 不同浓度 H₂SO₄ 浸种处理对文冠果发芽率的影响效果不同,由表 2 可以看出,50%的 H₂SO₄ 溶液处理的文冠果种子发芽率提高了 6.67 个百分点、发芽势提高了 7.50 个百分点,有效的缩短了开始发芽天数,并提高了发芽速度;70%和 98%的高浓度 H₂SO₄ 溶液处理并没有提高文冠果种子萌发反而抑制并降低了种子的发芽率,发芽率分别降低了 0.83、4.16 个百分点、发芽势分别降低了 0.84、1.67 个百分点,70%的 H₂SO₄ 溶液处理一定程度上提高了发芽速度,但 98%的 H₂SO₄ 溶液处理与对照相比明显延迟了发芽天数和发芽速度。

2.2.2 KNO₃ 溶液处理对种子萌发的影响 KNO₃ 溶液处理对种子发芽率有明显的促进作用,由表 2 可以看出,2%和 4%的 KNO₃ 溶液发芽率达到了 32.50%和 43.30%,与对照相比,4%和 2% KNO₃ 溶液发芽率分别提高了 37.47、26.67 个百分点。4% KNO₃ 溶液比 2% KNO₃ 溶液催芽效果更明显,并且在开始发芽天数上也有明显的优势。

2.2.3 PEG-6000 溶液处理对种子发芽的影响 由表 2 可以看出,PEG-6000 处理可以显著提高文冠果种子的发芽率,5%和 10%的 PEG-6000 溶液处理后种子的发芽率分别为 38.33%和 27.50%,与对照相比分别提高了 32.50、21.67 个百分点,且从发芽势和开始发芽天数上看出,浓度 5% PEG-6000 溶液略高于 10% PEG-6000 溶液。

2.2.4 GA₃ 溶液处理对种子发芽的影响 GA₃ 对提高种子发芽率有显著作用,GA₃ 处理后文冠果的发芽率为 38.33%,比对照提高了 32.50 个百分点。GA₃ 溶液和

5% PEG-6000 溶液处理的文冠果种子发芽率都为 38.33%,可以说明这 2 种溶液对文冠果催芽具有相同的促进作用,并且催芽效果明显。GA₃ 溶液处理开始发芽天数比 PEG-6000 溶液略晚,GA₃ 处理的发芽势高于 5% PEG-6000 溶液,有助于种子发芽后文冠果幼苗的整齐度。

2.2.5 不同温度处理对种子发芽的影响 4 ℃蒸馏水的发芽率为 21.67%,比对照提高了 15.84 个百分点,发芽势为 21.67%,第 11 天开始发芽,而 80 ℃水浴加热对提高文冠果发芽率效果最明显,发芽率为 55.83%,为对照处理的 9.3 倍,相比 GA₃ 处理提高了 17.50 个百分点,相比发芽率最低的 98% H₂SO₄ 溶液处理提高了 54.16 个百分点,发芽势相对其它处理最高,为 52.50%,比对照处理提高了 50.83 个百分点,在第 9 天开始发芽,比对照处理提前了 2 d。

3 讨论与结论

文冠果种子自然发芽率极低,仅为 6%^[3],该研究对照处理中文冠果的自然发芽率为 5.83%,与上述研究报道一致。通过测定各种处理下文冠果种子活力,发现种子活力均达到了 96.67%~100%,表明文冠果种子具有很强的活力和极大的萌发潜力。从该试验可以看出,不同解除文冠果种子休眠方法存在明显的差异,80 ℃水浴加热处理对文冠果发芽率提高最为明显,种子的发芽势高于其它处理,为 52.50%。可能是种皮软化后使种子中的大量的抑制物 ABA 等渗出,从而提高了文冠果种子的发芽率;KNO₃ 溶液、PEG-6000 溶液通过改变种子膜的透性明显提高了种子的发芽率^[15],该试验发现

KNO₃ 溶液、PEG-6000 溶液处理对文冠果种子发芽率有一定提高作用,但提高程度没有 80 ℃水浴明显;GA₃ 溶液处理后种子发芽率也有显著提高,与张凤银等^[13]报导一致,但该试验中 GA₃ 处理文冠果种子的发芽率仍没有超过 80 ℃水浴处理,可能是文冠果种子种皮密实、溶液不容易渗透造成;浓 H₂SO₄ 的作用主要是破除硬的种皮,而高浓度的 H₂SO₄ 溶液(70%、98%)处理无法提高种子的发芽率,可能是高浓度的 H₂SO₄ 溶液破坏了文冠果的种胚,或者制约文冠果种子发芽的主要因素是种子内存在的大量抑制物。

文冠果种子存在一定的休眠特性^[19],种子发芽率低的主要原因是种皮限制和种子内抑制物的存在。文冠果种子的种皮厚,结构密实^[19],且种子的外种皮有一层蜡状物且含油,水分不易渗透,导致种子胚对水分吸收不充分,通常用腐蚀性试剂浸种软化种皮来提高种子的发芽率^[15]。种子内含有的大量萌发抑制物 ABA^[5],导致种子发芽被抑制,从而降低了发芽率,实践上通常通过外源激素或变温处理使种内生长抑制物质逐渐减少和生长刺激物质的合成,当生长抑制物质和生长刺激物质分别达到一定比例时,即可解除种子休眠,提高种子的发芽率^[23]。现在生产上最常用的解除文冠果休眠的方法是冷积层处理^[5],冷积层处理也可以有效的提高种子的发芽率,但冷积层处理最少需要 2.5 个月的时间,且有严格的月份限制,该试验采用的 80 ℃水浴处理限制条件少,操作方便,能有效的降低成本,提高生产效率,为文冠果种子规模化繁殖提供了依据。

通过不同浸种的手段可以快速解除文冠果种子休眠,提高文冠果种子的发芽率。除了高浓度 H₂SO₄ 溶液浸种不利于文冠果种子发芽外,其它方法例如 80 ℃水浴加热、4% KNO₃ 溶液、5% PEG-6000 溶液、0.02% GA₃ 溶液、2% KNO₃ 溶液、10% PEG-6000 溶液、4 ℃蒸馏水浸种均能不同程度的提高文冠果种子的发芽率,部分处理可一定程度上提高文冠果种子的发芽势、开始发芽天数及发芽速度。PEG-6000 处理和 80 ℃水浴处理可使开始发芽天数提前,其中 80 ℃水浴处理文冠果种子具有发芽率高,成本低等优点,在实际生产中具有重要意义。因此,建议在实际生产中选择 80 ℃水浴的处理方法,以提高生产效率、节约成本。

参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国经济植物志[M]. 北京:科学出版社, 1961;877-878.
- [2] 段爱国,何彩云,曾艳飞,等. 文冠果育种与栽培技术研究进展与对

- 策[J]. 造林与经营,2010(9):22-24.
- [3] 冯会. 文冠果繁殖技术研究进展[J]. 北方园艺,2010(9):218-220.
- [4] 周玲,王乃江,张丽楠,等. PEG 胁迫对文冠果种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 西北植物学报,2012,32(11):2293-2298.
- [5] 徐东翔. 文冠果研究与实践[C]//姜宝山,黄玮,徐东翔. 文冠果种子休眠及解除休眠研究. 赤峰:内蒙古科学技术出版社,2007:329-331.
- [6] 李凤怀,江萍,姚瑶,等. 引发处理对文冠果种子萌芽特性的影响[J]. 黑龙江农业科学,2015(3):70-72.
- [7] 司凤义,李晓辉,高风华,等. 不同催芽方法对文冠果种子发芽率的影响[J]. 吉林林业科技,2013(5):18-20.
- [8] MENG Z J, GAO Y. Effects of polyethylene glycol (PEG)-simulated drought stress on *Chamecytissus palmensis* seed germination[M]. College of Ecol and Env Sci, Inner Mongolia Agric Univ, 2008:134-136.
- [9] 蔺吉祥,邵帅,隋丹,等. 几种提高羊草种子发芽率方法的比较[J]. 中国草地学报,2014(3):47-50.
- [10] 江绪文,李贺勤,王晓琨,等. PEG-6000 模拟干旱胁迫对 5 个玉米品种种子萌发及活力的影响[J]. 种子,2015(5):5-8.
- [11] 张海旺,芦翠乔,吴丁,等. PEG 渗透处理对老化油菜种子过氧化及细胞膜透性的影响[J]. 华北农学报,1989,4(2):56-63.
- [12] 靳万贵,刘彤,蒋晓玲,等. PEG 处理对提高一串红种子活力的研究[J]. 新疆农业科学,2002,39(4):240-241.
- [13] 张凤银,陈禅友,张萍,等. 乙烯利和 GA₃ 对苦瓜种子发芽力及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(5):2304-2305.
- [14] 王占梯,杨会营,袁丹,等. 3 种不同种子处理方法对水稻发芽及幼苗素质的影响[J]. 农业科学与管理,2013(11):44-47.
- [15] 汤菊香,赵新亮,徐新娟,等. H₂O₂ 和 KNO₃ 对棉花老化种子发芽的影响[J]. 河南农业科学,2003(6):13-15.
- [16] 武占会,高志奎,魏新燕,等. KNO₃ 对茄子种子发芽特性的影响[J]. 北方园艺,2001(6):9-10.
- [17] 杨期和,何惠英. 四种化学物质处理对无刺含羞草种子发芽率的影响[J]. 种子,2002(5):3-4.
- [18] 张菊平,张艳敏,康业斌,等. KNO₃ 处理对不同贮藏年限辣椒种子发芽的影响[J]. 种子,2005(4):28-30.
- [19] 汪智军,张东亚,卓立,等. 不同处理方法对文冠果种子发芽和出苗的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(23):14085.
- [20] 郎思睿,高逸超,赵航,等. 香叶树种子休眠与萌发特性的研究[J]. 北京林业大学学报,2011(6):125-129.
- [21] AZAD M S, NAHAR N, MATIN M A. Effects of variation in seed sources and pre-sowing treatments on seed germination of *Tamarindus indica*: a multi-purpose tree species in Bangladesh[J]. Forest Science and Practice, 2013,15(2):121-129.
- [22] BEWLEY J D, BLACK M. Seeds: physiology of development and germination[M]. New York: Plenum Press, 1994.
- [23] SHAO H B, LIANG Z S, SHAO M G, et al. Impacts of PEG-6000 pre-treatment for barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds on the effect of their mature embryo *in vitro* culture and primary investigation on its physiological mechanism[J]. Colloids and Surfaces B: Biointer Faces, 2005,41(2):73-77.
- [24] LIU G S, QI D M. Study of immature embryos of several species of *Leymus* via *in vitro* culture[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2004,10(2):70-73.

Study on Method for Breaking Dormancy for *Xanthoceras sorbifolia* Seed

ZHAO Dan, JIN Hua, SONG Pengfei, ZOU Jixiang, JIANG Guobin, LI Qingyue

(Environmental and Resource Sciences College, Dalian University for Nationalities, Dalian, Liaoning 116600)

添加纳米 TiO₂ 制作的人工种皮对种子萌发的影响

谷睿智¹, 吴沿友^{1,2}, 滕博群¹, 吴沿胜¹, 姚香萍¹

(1. 江苏大学 农业装备工程学院, 现代农业装备与技术教育部重点实验室, 江苏 镇江 212013;

2. 中国科学院 地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 环境生物科学与技术研究中心, 贵州 贵阳 550002)

摘要:以诸葛菜组织培养中产生的不定芽为繁殖体, 海藻酸钠为包埋基质, 添加纳米 TiO₂ 制作人工种皮, 观察添加不同浓度的纳米 TiO₂ 对诸葛菜人工种子萌发和抗菌能力的影响, 将纳米 TiO₂ 与 NAA 以及多菌灵的作用进行对比并研究共同作用。结果表明: 纳米 TiO₂ 具有与 NAA 相似的生长素作用, 并且显著提高萌发生根速度, 二者具有协同作用; 无菌条件下 0.1 mg · L⁻¹ NAA + 30 g · L⁻¹ TiO₂ + 1/2 MS + 3% 蔗糖的组合使诸葛菜人工种子萌发率达到 100%, 生根率达到 80%, 为最佳组合; 有菌条件下添加 30 g · L⁻¹ 纳米 TiO₂ 试验组 15 d 污染率仅为 5.6%, 萌发率达 83.33%, 为最佳组合。纳米 TiO₂ 和多菌灵混合作用反而使萌发率和抗菌能力大幅降低。

关键词: 诸葛菜; 人工种子; 纳米 TiO₂; 萌发率

中图分类号: S 604⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)12-0020-05

人工种子(artificial seeds)是 MURASHIGE 在 1978 年国际园艺植物学会上首次提出的概念^[1], 欧共体将人工种子的研制列入“尤里卡”计划, 我国也于 1987 年将其列入国家高新技术研究与发展计划(863 计划)。经过 30 余年的研究, 现在主要形成了以海藻酸钠为包埋材料的人工种子制作体系, 通过调节激素和营养物质的配比来满足繁殖体的生长需求, 通过添加不同材料来改良人工种皮保水性差、营养物质易泄露、抗污染能力差等^[2-3] 缺陷。

第一作者简介: 谷睿智(1989-), 男, 硕士研究生, 研究方向为植物组织培养。E-mail: 532891474@qq.com.

责任作者: 吴沿友(1966-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 现主要从事生物技术与生态学等研究工作。E-mail: yanyouwu@ujjs.edu.cn.

基金项目: 江苏省高校优势学科资助项目(苏政办[2014]37 号)。

收稿日期: 2016-02-14

纳米 TiO₂ 是一种重要的功能材料, 在建材、环保、医疗、化妆品领域都有重要的应用前景^[4], 其具有独特的光催化作用^[5], 在可见光尤其是紫外光照射下, 具有极强的氧化性和还原性, 具备分解有机物和杀菌功能^[6]。在植物学领域目前纳米 TiO₂ 多用于作物浸种研究, 已经证明一定浓度的纳米 TiO₂ 对几种植物种子的萌发都有显著促进作用^[7-9], 但其很少被应用于人工种子的制作, 张桂芳等^[10] 将纳米 TiO₂ 应用于铁皮石斛人工种子制作, 证明纳米 TiO₂ 可以明显提高萌发率。该试验在此基础上将进一步讨论纳米 TiO₂ 对人工种子萌发生根的影响, 并研究其在人工种子中的防腐杀菌作用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试所用包埋材料为诸葛菜组培苗的不定芽。

Abstract: *Xanthoceras sorbifolia* Bunge seed was used as test materials, using ten different pregermination methods, including heating in water bath, different concentration of H₂SO₄, KNO₃, PEG-6000 and other reagents were used to treat *Xanthoceras sorbifolia* Bunge seeds, the germination rate, vigor, germination potential and other germination parameters were investigated after induction budding, and different pregermination methods were compared and analyzed, to screen methods for rapid release of dormancy suitable for *Xanthoceras sorbifolia* Bunge. The results showed that, the germination rate of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge seeds was increased in different degrees by being treated with 80 °C water bath heating, 4% KNO₃ solution, 5% PEG-6000 solution, GA₃ solution, 2% KNO₃ solution, 10% PEG-6000 solution, seed pre-soaking with 4 °C distilled water and 50% H₂SO₄ solution. By contrast, the germination rate of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge seeds was inhibited by high concentration H₂SO₄ solution. The germination rate of *Xanthoceras sorbifolia* Bunge seeds heated in 80 °C water bath for 10 minutes could be increased to 55.83%, which was 9.3 times of untreated.

Keywords: *Xanthoceras sorbifolia* Bunge; seeds; dormancy; germination rate