

## 不同浸种处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

谭玲玲<sup>1</sup>, 胡正海<sup>2\*</sup>

1. 青岛农业大学生命科学学院 山东省高校植物生物技术重点实验室, 山东 青岛 266109

2. 西北大学生命科学学院, 陕西 西安 710069

**摘要:** 目的 研究不同质量浓度的  $\text{KNO}_3$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{GA}_3$  以及蒸馏水浸种不同时间, 对桔梗种子萌发及幼苗生长的影响。方法 采用双层滤纸培养法, 在 25 ℃ 恒温, 12 h 光照的光照培养箱中将浸种后的种子进行培养, 观察记录种子的发芽势、发芽率、发芽指数及幼苗的根长和苗高, 并对数据进行统计分析。结果 0.150 g/L  $\text{GA}_3$  浸种 24 h 是打破桔梗种子休眠、促进桔梗种子萌发和幼苗生长的最佳浸种处理方法; 此外, 5 mg/mL  $\text{KNO}_3$  浸种处理 12 h 也是有效的浸种处理方法。结论 筛选出桔梗种子萌发的最适浸种试剂及浸种时间, 对桔梗的种子育苗及人工栽培具有重要指导意义。

**关键词:** 桔梗; 浸种处理; 种子萌发; 幼苗生长; 种子休眠

中图分类号: R282.3 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)04-0468-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.04.019

## Effects of different soaking treatments on seed germination and seedling growth of *Platycodon grandiflorum*

TAN Ling-ling<sup>1</sup>, HU Zheng-hai<sup>2</sup>

1. Key Laboratory of Plant Biotechnology in Universities of Shandong Province/College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China

2. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China

**Abstract:** **Objective** To investigate the effects of different soaking treatments by  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{GA}_3$ , and distilled water for different times on seed germination and seedling growth of *Platycodon grandiflorum*. **Methods** Adopting a double-layer filter paper culture method, the seeds were cultured in the 12 h illumination light incubator at 25 ℃, and the germination energy, germination percentage, germination index of the seeds, and the root length and the shoot height of the seedling were recorded. Then the data were analyzed. **Results** The best soaking treatment to break seed dormancy, promote the seed germination, and improve the seedling growth of *P. grandiflorum* was with 0.150 g/L  $\text{GA}_3$  for 24 h. In addition, another effective soaking treatment is using 0.005 g/mL  $\text{KNO}_3$  for 12 h. **Conclusion** The appropriate soaking reagent and time for the seed germination of *P. grandiflorum* are obtained, which could provide the guidance for seedling and artificial cultivating *P. grandiflorum*.

**Key words:** *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC.; soaking treatment; seed germination; seedling growth; seed dormancy

桔梗 *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC. 为桔梗科 (Campanulaceae) 桔梗属 *Platycodon* 多年生草本植物, 以根入药, 为传统中药。我国最早的本草《神农本草经》中有记载, 且历版《中国药典》中也均收载。其性平, 味苦、辛, 具有化痰止咳、利咽开音、宣畅肺气、排脓消痈等功效<sup>[1]</sup>。桔梗又是我国东北及朝鲜、韩国、日本等的常用蔬菜, 具有很高的营养价值。此外, 桔梗的花期较长, 花色

鲜艳, 花形漂亮, 可作观赏花卉。因此, 桔梗是药、食、观赏兼用的经济植物<sup>[2]</sup>。由于桔梗具有重要的经济价值, 近年来, 社会对桔梗需求量迅速增加, 仅依靠野生桔梗资源已经不能满足市场需求。因此, 许多地区已进行野生桔梗驯化, 并开始人工种植。而目前的研究认为, 桔梗种子无深沉休眠的特性, 但是在桔梗种子内含有较高活性的内源抑制物质, 而该物质在一定程度上影响种子的正常萌发与幼苗

收稿日期: 2012-10-29

基金项目: 山东省高等学校科技计划项目 (J11LC06); 青岛农业大学高层次人才启动基金 (630909)

作者简介: 谭玲玲 (1980—), 女, 山东威海人, 讲师, 博士, 主要从事药用植物学研究。E-mail: tanlingling80@163.com

\*通信作者 胡正海 E-mail: zhenghaihu@sina.com

生长。在播种前需对桔梗种子进行处理,提高其活力,以达到苗齐、苗全和苗壮。桔梗种子处理主要包括温水浸种,层积处理及化学试剂处理几种方法<sup>[2-3]</sup>。本实验采用不同质量浓度的4种化学试剂以及蒸馏水对桔梗种子进行不同浸种时间的处理,研究比较它们对桔梗种子萌发以及幼苗生长的影响,以期筛选出有效且简便的桔梗种子浸种方法,为生产实践中有效促进桔梗种子萌发和幼苗生长提供一定的科学依据。

## 1 材料

供试的桔梗种子采自山东省淄博市博山区池上镇桔梗种植园区。经青岛农业大学生命科学学院初庆刚教授鉴定为桔梗 *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A. DC. 种子。

## 2 方法

### 2.1 试验设计

采用 KNO<sub>3</sub>、KMnO<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、GA<sub>3</sub> 以及蒸馏水对桔梗种子进行处理,对每种试剂均设置了4个不同的水平处理(表1);每个水平的试剂以及蒸馏水处理均设置浸种12 h和24 h 2个处理,以未进行任何浸种处理的桔梗种子作为对照。每处理100粒种子,每处理重复3次。

### 2.2 浸种处理

选取籽粒饱满的桔梗种子置于配制好的各

表1 4种浸种试剂的不同处理水平  
Table 1 Treatment with four kinds of soaking reagents at different concentration

| 处理 | KNO <sub>3</sub> /<br>(mg·mL <sup>-1</sup> ) | KMnO <sub>4</sub> /<br>(mg·mL <sup>-1</sup> ) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /<br>% | GA <sub>3</sub> /<br>(g·L <sup>-1</sup> ) |
|----|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1  | 5                                            | 2                                             | 1.0                                  | 0.100                                     |
| 2  | 0                                            | 3                                             | 2.0                                  | 0.150                                     |
| 3  | 15                                           | 4                                             | 3.0                                  | 0.200                                     |
| 4  | 20                                           | 5                                             | 4.0                                  | 0.250                                     |

表2 不同浸种时间的蒸馏水处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

Table 2 Effects of treatment with distilled water for different soaking time on seed germination and seedling growth of *P. grandiflorum*

| 浸种时间 | 发芽势 / %         | 发芽率 / %         | 发芽指数           | 根长 / cm       | 苗高 / cm       |
|------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
| 对照   | 50.00 ± 1.00 a  | 50.67 ± 4.33 a  | 12.49 ± 0.05 a | 1.32 ± 0.01 a | 0.51 ± 0.01 a |
| 12 h | 51.33 ± 9.33 a  | 52.33 ± 8.33 a  | 16.23 ± 5.61 a | 1.32 ± 0.07 a | 0.51 ± 0.01 a |
| 24 h | 50.00 ± 21.00 a | 50.33 ± 10.33 a | 12.18 ± 1.04 a | 1.27 ± 0.07 a | 0.47 ± 0.09 a |

同列数据后标不同小写字母表示在5%水平上差异显著,下表同

Different lowercase letters in same column mean significant differences at 5% level, same as below

处理溶液和蒸馏水中分别浸种12、24 h,温度为25℃。

### 2.3 接种处理

将浸种处理后的种子取出,用蒸馏水反复冲洗,滤干后,将种子均匀排列于发芽床上(直径9 cm培养皿内垫双层滤纸,滤纸保持充分湿润),每床摆100粒,每处理设置3个重复。发芽试验在人工智能培养箱中25℃恒温光照12 h进行培养。

### 2.4 各项参数计算

每日定时统计日发芽量,第7天统计发芽势,第11天统计发芽率和发芽指数,并测量幼苗根长和苗高。测量时,每个处理随机选取30个幼苗。各项参数计算公式如下<sup>[3]</sup>:

$$\text{发芽势} = \frac{\text{前7 d发芽种子数}}{\text{种子总数}}$$

$$\text{发芽率} = \frac{\text{前11 d发芽种子数}}{\text{种子总数}}$$

$$\text{发芽指数} = \sum (G_t / D_t)$$

$G_t$ 表示第 $t$ 天种子发芽数, $D_t$ 表示对应的发芽天数

### 2.5 数据处理

实验数据采用Excel和SPSS 19.0统计分析软件进行分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同浸种时间的蒸馏水处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

从表2可以看出,用蒸馏水浸种处理12 h的桔梗种子发芽势、发芽率、发芽指数均高于对照、根长和苗高与对照几乎相同;浸种处理24 h的桔梗种子发芽势、发芽率、发芽指数、根长和苗高均低于对照。结果表明,采用蒸馏水作为桔梗种子的浸种剂,浸种时间不应超过12 h。

### 3.2 不同质量浓度、不同浸种时间的KNO<sub>3</sub>处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

浸种时间为12 h的不同质量浓度的KNO<sub>3</sub>处理,除了20 mg/mL KNO<sub>3</sub>处理外,其余处理后,桔

梗种子的发芽势、发芽率和发芽指数均高于对照处理, 其中 5 mg/mL 的处理提高最明显; 浸种时间为 12 h 的不同质量浓度的  $\text{KNO}_3$  处理后, 桔梗幼苗的根长和苗高均高于对照处理, 其中 5 mg/mL 的处理提高最明显。浸种时间为 24 h 的不同质量浓度的  $\text{KNO}_3$  处理, 除了 20 mg/mL  $\text{KNO}_3$  处理外, 其余处理后桔梗种子的发芽势、发芽率和发芽指数均高于对照

处理, 其中 5 mg/mL 的处理提高最明显; 浸种时间为 24 h 的不同质量浓度的  $\text{KNO}_3$  处理, 桔梗幼苗的根长和苗高均明显低于对照, 见表 3。因此, 从浸种时间考虑, 多数浸种时间为 12 h 的  $\text{KNO}_3$  处理要优于同质量浓度的浸种时间为 24 h 的  $\text{KNO}_3$  处理。综合考虑, 采用 5 mg/mL  $\text{KNO}_3$  对桔梗种子浸种处理 12 h 可以促进桔梗种子萌发和幼苗生长。

表 3 不同质量浓度、不同浸种时间的  $\text{KNO}_3$  处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

Table 3 Effects of  $\text{KNO}_3$  at different concentration and soaking time on seed germination and seedling growth of *P. grandiflorum*

| 浸种时间 | 质量浓度 / (mg·mL <sup>-1</sup> ) | 发芽势 / %        | 发芽率 / %        | 发芽指数           | 根长 / cm      | 苗高 / cm      |
|------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 对照   | —                             | 50.00±1.00 bc  | 50.67±4.33 de  | 12.49±0.05 ef  | 1.32±0.01 ab | 0.51±0.01 b  |
| 12 h | 5                             | 62.67±9.33 a   | 65.00±21.00 a  | 19.25±0.29 a   | 1.69±0.01 a  | 0.67±0.01 a  |
|      | 10                            | 59.67±12.33 a  | 61.00±21.00 ab | 15.07±1.55 b   | 1.43±0.01 ab | 0.61±0.01 ab |
|      | 15                            | 50.33±20.33 bc | 51.67±16.33 de | 13.61±0.73 cde | 1.43±0.01 ab | 0.52±0.01 b  |
|      | 20                            | 46.00±13.00 c  | 49.00±1.00 e   | 11.57±0.13 f   | 1.40±0.01 ab | 0.54±0.02 ab |
| 24 h | 5                             | 59.67±6.33 a   | 60.00±1.00 bc  | 14.64±0.43 bc  | 0.91±0.09 c  | 0.37±0.01 d  |
|      | 10                            | 54.33±6.33 b   | 55.33±5.33 cd  | 13.78±0.74 cd  | 1.30±0.10 ab | 0.49±0.02 bc |
|      | 15                            | 51.33±9.33 b   | 52.00±4.00 de  | 12.62±0.37 def | 1.22±0.13 bc | 0.38±0.01 cd |
|      | 20                            | 33.00±1.00 d   | 38.67±2.33 f   | 8.33±0.75 g    | 0.52±0.09 d  | 0.34±0.04 d  |

### 3.3 不同质量浓度、不同浸种时间的 $\text{KMnO}_4$ 处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

2 mg/mL 的  $\text{KMnO}_4$  浸种 12 h 和 24 h 的处理均能提高桔梗种子的发芽势和发芽率, 且浸种 24 h 的处理略高于浸种 12 h 的处理; 但其余质量浓度  $\text{KMnO}_4$  浸种 12 h 和 24 h 的处理后, 桔梗种子的发芽势和发芽率则均低于对照。2 mg/mL 和 4 mg/mL  $\text{KMnO}_4$  浸种 12 h 和 24 h 处理的桔梗种子的发芽指数高于对照, 其余各质量浓度  $\text{KMnO}_4$

浸种 12 h 和 24 h 处理的桔梗种子的发芽指数均低于对照。所有  $\text{KMnO}_4$  处理后的桔梗种子的根长均高于对照处理, 其中 2 mg/mL  $\text{KMnO}_4$  浸种 12 h 处理提高作用最明显; 除 5 mg/mL  $\text{KMnO}_4$  浸种 12 h 处理后桔梗种子苗高高于对照外, 其余处理苗高均低于对照处理, 见表 4。综合考虑, 采用 2 mg/mL  $\text{KMnO}_4$  对桔梗种子浸种处理 12 h 或 24 h, 均可以促进桔梗种子萌发和幼苗生长, 但效果不明显。

表 4 不同质量浓度、不同浸种时间的  $\text{KMnO}_4$  处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

Table 4 Effects of  $\text{KMnO}_4$  at different concentration and soaking time on seed germination and seedling growth of *P. grandiflorum*

| 浸种时间 | 质量浓度 / (mg·mL <sup>-1</sup> ) | 发芽势 / %         | 发芽率 / %         | 发芽指数            | 根长 / cm      | 苗高 / cm      |
|------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 对照   | —                             | 50.00±1.00 ab   | 50.67±4.33 abc  | 12.49±0.05 abcd | 1.32±0.01 d  | 0.51±0.01 ab |
| 12 h | 2                             | 51.33±24.33 ab  | 55.33±17.33 ab  | 13.05±1.18 abc  | 1.72±0.01 a  | 0.45±0.01 bc |
|      | 3                             | 43.33±9.33 bc   | 49.67±14.33 abc | 10.66±0.48 de   | 1.34±0.02 cd | 0.43±0.01 c  |
|      | 4                             | 47.67±14.33 ab  | 50.33±6.33 ab   | 12.78±0.30 abc  | 1.34±0.01 cd | 0.43±0.02 c  |
|      | 5                             | 37.33±12.33 c   | 41.33±12.33 c   | 9.96±5.69 e     | 1.52±0.01 b  | 0.54±0.01 a  |
|      | 24 h                          | 54.67±16.33 a   | 57.67±10.33 a   | 14.31±0.02 a    | 1.39±0.01 cd | 0.36±0.01 d  |
| 24 h | 3                             | 46.00±3.70 abc  | 49.33±8.33 abc  | 12.23±1.32 bcd  | 1.34±0.01 cd | 0.39±0.01 cd |
|      | 4                             | 46.33±14.33 abc | 49.33±8.31 abc  | 13.77±1.10 ab   | 1.34±0.02 cd | 0.44±0.01 c  |
|      | 5                             | 42.67±12.33 bc  | 47.00±4.00 bc   | 11.08±0.63 cde  | 1.44±0.01 bc | 0.41±0.02 cd |

### 3.4 不同体积分数、不同浸种时间的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

对于不同体积分数 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种 12 h 和 24 h 处理的桔梗种子, 其中 1.0%、2.0% 及 3.0% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种处理 12 h, 桔梗种子的发芽势和发芽指数高于对照处理, 其余处理均低于对照处理; 其中各体积分数 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种 24 h 处理的均低于对照。另外, 除 4.0% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种 24 h 处理的桔梗种子发芽率明显低于对照外, 其余处理均高于对照; 其中 2.0% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种 24 h 处理的发芽率最高。各体积分数的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种 12 h 和 24 h 处理的桔梗种子根长和苗高均高于对照 (表 5)。综合考虑, 以低体积分数 (1.0% 或 2.0%) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 浸种

12 h 处理, 可以促进桔梗种子萌发和幼苗生长。

### 3.5 不同质量浓度、不同浸种时间的 GA<sub>3</sub> 处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

不同质量浓度、不同浸种时间的 GA<sub>3</sub> 处理普遍能提高桔梗种子的发芽势、发芽率和发芽指数, 其中 0.150 g/L GA<sub>3</sub> 浸种处理 24 h 的作用最明显; 除 0.200 g/L GA<sub>3</sub> 浸种 12 h 和 0.150 g/L GA<sub>3</sub> 浸种 24 h 处理的桔梗幼苗的根长和苗高高于对照处理外, 其余处理均低于对照处理 (表 6)。因此, 可以得出, 不同质量浓度、不同浸种时间的 GA<sub>3</sub> 处理可以促进桔梗种子萌发; 其中以 0.150 g/L 浸种 24 h 最佳, 并能很好地促进桔梗幼苗的生长。

表 5 不同体积分数、不同浸种时间的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

Table 5 Effects of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at different concentration and soaking time on seed germination and seedling growth of *P. grandiflorum*

| 浸种时间 | 体积分数 / % | 发芽势 / %        | 发芽率 / %       | 发芽指数          | 根长 / cm      | 苗高 / cm     |
|------|----------|----------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| 对照   | —        | 50.00±1.00 bc  | 50.67±4.33 de | 12.49±0.05 ef | 1.32±0.01 ab | 0.51±0.01 b |
| 12 h | 1.0      | 52.67±6.33 a   | 55.33±2.63 a  | 12.92±0.72 a  | 1.52±0.01 ab | 0.51±0.02 a |
|      | 2.0      | 52.00±5.20 ab  | 55.33±10.33 a | 12.78±0.43 ab | 1.75±0.08 a  | 0.57±0.01 a |
|      | 3.0      | 50.33±2.33 abc | 55.33±5.33 a  | 12.75±0.08 a  | 1.72±0.01 a  | 0.51±0.01 a |
|      | 4.0      | 44.33±2.33 c   | 51.67±8.33 a  | 10.77±0.61 c  | 1.33±0.01 b  | 0.57±0.06 a |
| 24 h | 1.0      | 45.33±9.33 bc  | 50.68±2.13 a  | 11.46±0.15 bc | 1.52±0.03 ab | 0.53±0.01 a |
|      | 2.0      | 47.33±2.33 abc | 56.67±2.33 a  | 11.21±0.23 bc | 1.54±0.13 ab | 0.51±0.10 a |
|      | 3.0      | 45.33±1.33 bc  | 52.00±3.00 a  | 10.51±0.16 c  | 1.73±0.01 a  | 0.51±0.05 a |
|      | 4.0      | 35.00±12.00 d  | 41.00±5.71 b  | 8.34±0.72 d   | 1.38±0.08 b  | 0.52±0.05 a |

表 6 不同质量浓度、不同浸种时间的 GA<sub>3</sub> 处理对桔梗种子萌发和幼苗生长的影响

Table 6 Effects of GA<sub>3</sub> at different concentration and soaking time on seed germination and seedling growth of *P. grandiflorum*

| 浸种时间 | 质量浓度 / (g·L <sup>-1</sup> ) | 发芽势 / %        | 发芽率 / %        | 发芽指数          | 根长 / cm      | 苗高 / cm     |
|------|-----------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|-------------|
| 对照   | —                           | 50.00±1.00 d   | 50.67±4.33 d   | 12.49±0.05 c  | 1.32±0.01 ab | 0.51±0.01 b |
| 12 h | 0.010                       | 58.33±4.33 bc  | 60.33±0.33 abc | 14.47±0.31 bc | 1.17±0.01 b  | 0.49±0.02 b |
|      | 0.150                       | 60.33±9.33 ab  | 62.00±7.00 ab  | 16.38±5.02 b  | 0.92±0.01 c  | 0.43±0.01 b |
|      | 0.200                       | 59.00±9.00 ab  | 61.00±3.10 ab  | 16.33±1.04 b  | 1.65±0.02 a  | 0.76±0.02 a |
|      | 0.250                       | 55.00±3.70 bcd | 56.33±4.03 bcd | 16.01±0.09 b  | 1.13±0.01 bc | 0.48±0.05 b |
| 24 h | 0.010                       | 54.67±4.33 bcd | 59.67±2.33 abc | 14.41±0.32 bc | 1.20±0.01 b  | 0.46±0.04 b |
|      | 0.150                       | 65.67±6.33 a   | 66.33±10.33 a  | 18.92±1.09 a  | 1.59±0.07 a  | 0.73±0.32 a |
|      | 0.200                       | 51.67±6.93 cd  | 59.00±8.10 abc | 14.87±0.67 b  | 1.19±0.02 b  | 0.46±0.16 b |
|      | 0.250                       | 51.00±21.00 d  | 52.67±9.33 cd  | 15.77±0.27 b  | 1.20±0.03 b  | 0.45±0.03 b |

## 4 讨论

通过以上实验结果表明, 桔梗种子在播种前先进进行浸种处理, 可以提高种子发芽率, 促进幼苗生长, 但不同试剂及其不同质量浓度和浸种时间其效

果存在差异。

KNO<sub>3</sub> 处理结果表明, 除 20 mg/mL KNO<sub>3</sub> 外, 其余不同质量浓度的 KNO<sub>3</sub> 浸种处理均可以促进桔梗种子萌发和幼苗生长。据报道, 钾能恢复 H<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>

交换系统的活性,促进大分子的合成,而使老化产生的损伤被恢复,减少无机离子的渗漏,使浸出液电导率下降,从而提高种子的活力,促进萌发,并能有效地促进种苗的健壮生长<sup>[4]</sup>。同时,研究还表明,钾是植物体内各种重要酶的活化剂,促进糖分运输、转化及氮代谢,能激活种子脱氢酶活性和增加呼吸强度,调节溶液水势延缓种子吸水过程,使种子萌发前有足够的时间进行膜系统修复和重要酶系活化,改善细胞内环境和代谢状态,从而促进种子萌发<sup>[5]</sup>。这些可能是  $\text{KNO}_3$  能提高桔梗种子发芽率的原因。

$\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  处理结果表明,浸种时间为 12 h 时,低质量浓度的  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  处理均可以明显促进桔梗种子萌发和幼苗生长,但促进作用不明显;而高质量浓度的  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  反而抑制桔梗种子萌发和幼苗生长。分析认为, $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  均是氧化性比较强的氧化剂,经  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  浸种处理的桔梗种子表面颜色发生了明显的变化,低质量浓度的  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  能消除种子表面的病菌及其他有害物质,对种子萌发有一定作用<sup>[6]</sup>;也可与种子内膜脂、糖类等一些还原性物质起反应使其氧化变性,使种皮透性或种子内物质组成发生变化,从而改变种子的物质代谢状态,种子便从休眠状态转为萌发状态<sup>[4]</sup>。但是高质量浓度的  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  由于氧化性太强,可能破坏了桔梗种子内部所含的部分酶及某些与发芽有关的化学物质,从而导致种子活力的降低<sup>[7]</sup>,最终表现为对桔梗种子萌发和幼苗生长具有抑制作用。

不同质量浓度、不同浸种时间的  $\text{GA}_3$  处理均可以促进桔梗种子萌发;这与刘建成研究  $\text{GA}_3$  对川东獐牙菜和青叶胆种子萌发的结果是一致的<sup>[8-9]</sup>。其中

以 0.150 g/L  $\text{GA}_3$  浸种 24 h 最佳,并能很好地促进桔梗幼苗的生长。研究认为  $\text{GA}_3$  是一种植物生长调节剂,它能诱导水解酶的产生,使种子中的贮藏物质从大分子分解为小分子,易于为胚所利用,从而促进种子的萌发和幼苗的生长<sup>[7]</sup>。

综上所述,在生产实践中,采用 0.150 g/L  $\text{GA}_3$  浸种 24 h 是促进桔梗种子萌发和幼苗生长最佳的浸种处理方法。其次,5 mg/mL  $\text{KNO}_3$  浸种处理 12 h 也能促进桔梗种子萌发和幼苗生长。以上种子处理方法简便、易行,成本低,易于推广使用。

#### 参考文献

- [1] 谭玲玲,彭华胜,胡正海.桔梗的生物学特性及化学成分研究进展[J].南方农业学报,2011,42(12):1523-1527.
- [2] 刘晓清,韩延彬,屈 赟,等.桔梗种子生物学特性研究概况[J].河北农业科学,2009,13(8):7-8.
- [3] 赵 敏,徐兆飞,王荣华,等.桔梗种子内源抑制物质特性的初步研究[J].东北林业大学学报,2000,28(1):51-54.
- [4] 马崇坚.不同化学试剂处理对茄子种子萌发的影响[J].种子,2005,24(10):30-31.
- [5] 刘自刚.桔梗种子休眠解除方法研究[J].种子,2009,28(1):72-74.
- [6] 赵荣梅,刘 丽,郭巧生.外源物质对桔梗种子发芽影响的研究[J].中国中药杂志,2006,31(12):966-968.
- [7] 李敬蕊,高洪波,吴晓蕾,等.几种外源物质对桔梗种子发芽的影响[J].上海交通大学学报:农业科学版,2008,26(5):496-498.
- [8] 刘建成,刘新元,刘 冰,等.不同处理对川东獐牙菜种子萌发的影响[J].中草药,2011,42(4):367-371.
- [9] 刘建成,刘 冰,陈先玉.青叶胆种子萌发的研究[J].安徽农业科学,2008,36(24):10506-10507.