



# 不同浓度浸种溶液对大葱种子萌发的影响

焦江兰<sup>1</sup>,张瑞芳<sup>1,2</sup>,刘 聪<sup>1</sup>,王胜爱<sup>3</sup>,周大迈<sup>1,2</sup>,王 红<sup>1,2</sup>

(1. 国家北方山区农业工程技术研究中心,河北 保定 071001;2. 河北省山区研究所,河北 保定 071001;3. 保定市农业局,河北 保定 071001)

**摘要:**为比较不同浓度浸种溶液处理对大葱种子萌发特性的影响,以大葱种子为试材,采用3种不同浓度的ACC、GA、CaCl<sub>2</sub>溶液进行浸种处理,测定大葱种子发芽指标的变化。结果表明:3种外源处理都有助于提高种子的活力水平,加快发芽速度。经3种不同浓度的试剂浸种处理之后,种子的发芽率、发芽势和发芽指数均优于对照组;ACC、GA和CaCl<sub>2</sub>溶液促进种子发芽的最佳浓度分别为20 μmol·L<sup>-1</sup>、200 μmol·L<sup>-1</sup>和10 mmol·L<sup>-1</sup>,综合比较认为20 μmol·L<sup>-1</sup>的ACC浸种处理对促进种子发芽的效果最为显著。

**关键词:**ACC;GA;CaCl<sub>2</sub>;大葱;种子发芽

大葱,又称菜伯,属百合科葱属,为多年生宿根草本植物。大葱作为我国重要的蔬菜作物之一,含有丰富的维生素和矿物质,具有较高的营养价值,同时还具有一定的医疗效果。然而,大葱属短命种子,在自然情况下该种子的发芽率、发芽势和发芽指数都相对较低,加之在生产上广泛存在育苗面积大、弱苗多以及幼苗生长不整齐等现象,不利于大葱营养价值和医疗价值的充分发挥<sup>[1]</sup>。许耀照等<sup>[2]</sup>认为在不同的生长环境条件下,沙葱

种子的发芽能力不同;研究表明外源激素浸种处理对植物种子的萌发过程具有十分重要的影响<sup>[3-5]</sup>,赤霉素具有打破种子休眠进而促进种子萌发的作用<sup>[6-7]</sup>。赵秀娟等<sup>[8]</sup>研究发现外源激素会对四季香小葱种子的发芽造成一定影响,且以赤霉素浸种处理效果最好。目前,对影响大葱种子发芽特性的相关研究较少,本文通过研究3种不同浓度溶液对大葱种子萌发特性的影响,为大葱育苗种植提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

以章丘大葱种子山东省章丘市种业有限公司为试验材料。浸种化学试剂为氨基甲酸乙酯(ACC)、1,5-戊二醛(GA)和氯化钙(CaCl<sub>2</sub>)。

## Allelopathic Effects of Chinese Cabbage on After Crops in the Open Field of Xining Area

HAN Yong

(Qinghai Vegetable Research Institute, Xining 810016, China)

**Abstract:** In order to promote the one year two crops in Xining area, the Chinese cabbage were naturally dried and taking its plant exacts to soak the seeds of green onions, summer squash, zucchini, radish, Chinese cauliflower, cabbage and cabbage to research the allelopathic effects of Chinese cabbage on after crops. The results showed that the extracts of Chinese cabbage was obviously inhibited the germination of tested seeds and the sensitive index from strong to weak were as followed, cabbage (-2.47), cauliflower (-2.47) > Chinese cabbage (-2.44) > radish (-2.38) > green onion (-1.24) > Chinese (-0.85). In conclusion, Chinese cabbage had strong allelopathic effects on its after crops, we should choose the suitable rotation crops.

**Keywords:** open field; Chinese cabbage; continuous obstacle; allelopathic effect

收稿日期:2017-11-01

基金项目:河北省科技计划资助项目(17226914D-1)。

第一作者简介:焦江兰(1993-),女,在读硕士,从事农业资源利用研究。E-mail:qiaoJL93@163.com。

通讯作者:王红(1976-),女,硕士,研究员,从事土壤改良、土壤生态环境研究。E-mail:wanghong@hebau.edu.cn。

## 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 该试验于 2017 年 2 月 25 日至 3 月 11 日在河北农业大学北方国家山区工程研究中心生态实验室进行。ACC、GA、CaCl<sub>2</sub> 试剂溶液各设 3 个浓度水平:ACC 分别为 5、10、20 μmol·L<sup>-1</sup>,GA 分别为 50、100、200 μmol·L<sup>-1</sup>,CaCl<sub>2</sub> 分别为 2.5、5.0、10.0 mmol·L<sup>-1</sup>。选取饱满健康的大葱种子,用不同浓度的试剂溶液浸种 48 h,清水浸种作对照,每次处理 50 粒,每个浓度 2 次重复。将处理好的种子均匀放置于铺有双层滤纸的培养皿中,培养皿加盖放入 25 °C 的恒温干燥箱中,并且每 2 d 更换 1 次滤纸,可以使渗透势保持不变同时防止种子霉变<sup>[9]</sup>。每天光照 12 h,黑暗 12 h,并保证培养皿中水分充足,在这样的环境下进行发芽试验。每天观察种子发芽情况并定时记录发芽数。

**1.2.2 数据统计与分析** 主要通过种子的发芽率、发芽势和发芽指数 3 个指标来研究 3 种外源激素对章丘大葱种子萌发特性的影响。计算公式为<sup>[10]</sup>:

$$\text{发芽率(GR)(\%)} = \frac{\text{正常发芽的种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100$$

$$\text{发芽势(GE)(\%)} =$$

$$\frac{\text{发芽达到高峰期的种子数}}{\text{供试种子数}} \times 100$$

$$\text{发芽指数(GI)} = \sum \frac{G_t}{D_t}$$

式中,G<sub>t</sub> 为 t 日的发芽数,D<sub>t</sub> 为相应的发芽日数。

## 2 结果与分析

### 2.1 ACC 溶液对种子萌发动态的影响

**2.1.1 发芽率** 从图 1 可得知,在 25 °C 恒温条件下,各种浓度处理的种子发芽率与时间呈正相关,发芽率随着时间的推移而呈逐渐升高的趋势。3 个不同浓度 ACC 处理组的大葱发芽率均高于对照组,第 6~10 天为种子发芽的高峰期,种子迅速萌发,在此之后种子发芽率增长速度逐渐趋于平缓;另外,从最终的试验结果中可知:5 μmol·L<sup>-1</sup> 的 ACC 溶液处理组的发芽率提升幅度最为明显,第 14 天时达到了 76%,是对照组的 3.0 倍;20 μmol·L<sup>-1</sup> 的 ACC 溶液处理的种子发芽率次之,为 70%,是对照组的近 2.8 倍;10 μmol·L<sup>-1</sup> 的

ACC 溶液处理的种子发芽率为 62%,是对照组的 2.5 倍。

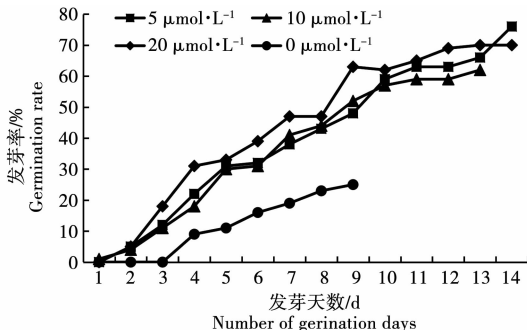


图 1 不同浓度 ACC 对大葱种子发芽率的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations of ACC solution on the germination rate of green onion seeds

**2.1.2 发芽势** 由图 2 可知,经 3 种不同浓度的 ACC 溶液浸种处理之后大葱种子发芽势均高于对照组。在 25 °C 恒温条件下,对照组发芽势仅为 22%,经 ACC 溶液处理的种子其发芽势均高于对照组,其中 20 μmol·L<sup>-1</sup> ACC 处理的种子发芽势最大,其发芽势为 69%,是对照组的 3.1 倍,5 μmol·L<sup>-1</sup> ACC 处理的种子发芽势为 59%,是对照组的 2.7 倍,而处理组 10 μmol·L<sup>-1</sup> ACC 的发芽势稍差,发芽势为 56%,是对照组的 2.5 倍。

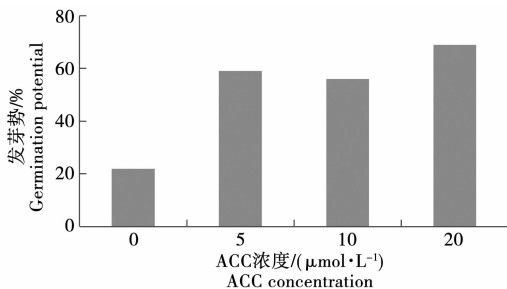


图 2 不同浓度 ACC 对大葱种子发芽势的影响

Fig. 2 Effect of different concentrations of ACC on the germination potential of green onion seeds

**2.1.3 发芽指数** 从表 1 中可以看出,不同浓度 ACC 浸种对大葱种子的发芽指数也有影响。在 25 °C 恒温条件下,对照组的发芽指数仅为 6.21,不同浓度 ACC 浸种之后大葱种子的发芽指数均明显高于对照组的发芽指数。其中,20、10 和 5 μmol·L<sup>-1</sup> 处理的发芽指数分别为 34.63、23.99 和 29.69,分别是对照的 5.58、3.86 和 4.78 倍(表 1)。

从最终的结果来看,虽不同浓度的 ACC 处

理对大葱种子的萌发都具有积极的促进作用,且均高于对照组,但 3 种浓度相比之下,20  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的

ACC 溶液处理组的大葱种子发芽率、发芽势和发芽指数都较高,萌发情况最好,处理效果最佳。

表 1 不同浓度浸种处理对大葱种子发芽指数的影响

Table 1 Effect of soaking with different concentrations on germination index of green onion seeds					
处理 Treatments	浓度/ $(\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$ Concentration	发芽指数 Germination index	处理 Treatments	浓度/ $(\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$ Concentration	发芽指数 Germination index
ACC	5	29.69	$\text{CaCl}_2$	2.5	11.64
	10	23.99		5.0	7.52
	20	34.63		10.0	18.30
GA	50	8.38	CK	0	6.21
	100	21.16			
	200	26.84			

2.2 GA 溶液对种子萌发动态的影响

2.2.1 发芽率 由图 3 可知,不同浓度 GA 溶液浸种处理的大葱种子的发芽率和发芽时间也存在正相关关系,即随着时间的慢慢推移,大葱种子的发芽率表现出逐步增长的趋势,在第 2~9 天,种子发芽率到达高峰期,之后发芽率增长速度渐缓。从图 3 中可以观察到处理组在第 2 天便开始发芽,先于对照组 2 d;自第 3 天开始,200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理组的发芽率始终最高,3 个浓度 GA 处理组的发芽率均高于对照组。200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理组的发芽率提升最明显,第 14 天时高达 60%,是对照组的 2.4 倍;100  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理组的发芽率次之,发芽率为 46%,是对照组的 1.8 倍,50  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理组的发芽率为 27%,比其它两个浓度处理的发芽率低但仍高于对照组 2 百分点。

子的发芽势也随着 GA 浓度的增加而呈不断上升的趋势。在 25  $^{\circ}\text{C}$  恒温条件下,对照的发芽势为 22%,而试验组种子的发芽势均高于对照组,其中 200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理最为明显,其发芽势为 57%,是对照的 2.6 倍,100  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理的种子发芽势为 43%,是对照的 2.0 倍,而 50  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 的发芽势稍差,发芽势为 27%,比对照提高了 5 百分点。

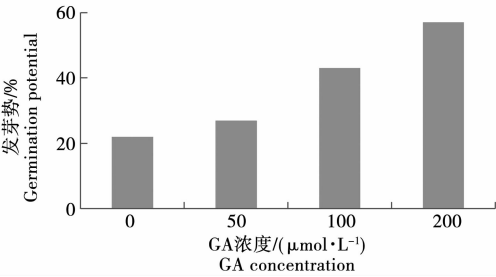


图 4 不同浓度 GA 对大葱种子发芽势的影响

Fig. 4 Effect of different concentrations of GA on the germination potential of green onion seeds

2.2.3 发芽指数 由表 1 可知,不同浓度 GA 浸种之后,大葱种子的发芽指数也有明显变化,用 50、100、200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度 GA 分别浸种时,大葱种子的发芽指数表现为逐渐增加的趋势,且 3 种不同浓度 GA 浸种之后大葱种子的发芽指数均明显高于对照组的发芽指数。其中,200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  处理组的效果最为明显,其次为 100 和 50  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  处理,发芽指数分别是对照的 4.32、3.41 和 1.35 倍(表1)。

从最终的试验结果来看,用 50、100、200  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 浓度分别浸种时,都能使大葱种

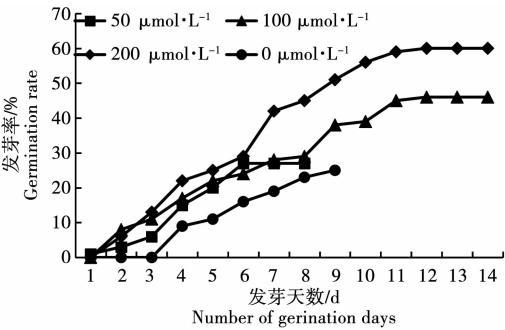


图 3 不同浓度 GA 对大葱种子发芽率的影响

Fig. 3 Effect of different concentrations of GA solution on the germination rate of green onion seeds

2.2.2 发芽势 由图 4 可知,不同浓度 GA 对大葱种子发芽率和发芽势均存在一定影响,大葱种

子的发芽率、发芽势和发芽指数有所提高,均能促进大葱种子的萌发,但 3 种浓度的 GA 溶液对种子萌发影响的效果和程度不同,以  $200 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  GA 处理的效果最佳。

### 2.3 $\text{CaCl}_2$ 溶液对种子萌发动态的影响

**2.3.1 发芽率** 从图 5 可以看出,在  $25^\circ\text{C}$  恒温条件下,不同浓度  $\text{CaCl}_2$  溶液处理的种子发芽率均随着时间的推移而逐渐升高,在前 5 d,大葱种子发芽率的增长速度缓慢;从第 6 天开始,发芽率的增长速度加快。从中可以看出处理组在第 2 天便开始发芽,先于对照 2 d 发芽; $10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  处理组的发芽率始终高于其它浓度的发芽率。3 个浓度  $\text{CaCl}_2$  处理对大葱种子的发芽率影响效果不同, $10.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  处理组的发芽率最高,其值为 55%,是对照组的 2.2 倍;然而,2.5 和  $5.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  处理组的发芽率在试验进行的前 9 d 均低于对照组,两组的发芽率分别为 27% 和 31%,但与对照组的发芽率相差不多。

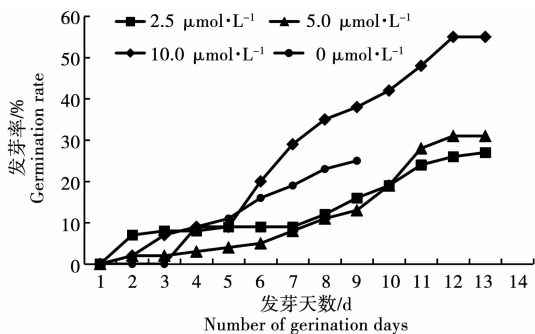


图 5 不同浓度  $\text{CaCl}_2$  溶液浸种处理对大葱种子发芽动态的影响

Fig. 5 Effect of different concentrations of  $\text{CaCl}_2$  solution on the germination dynamic of green onion seeds

**2.3.2 发芽势** 由图 6 可得知,经 3 种不同浓度的  $\text{CaCl}_2$  溶液浸种处理之后大葱种子的发芽率均随  $\text{CaCl}_2$  浓度的增加而增加。在  $25^\circ\text{C}$  恒温条件下,对照组发芽势仅为 22%,试验组种子的发芽势均高于对照,其中  $10.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  的效果最为明显,其发芽势为 47%,是对照组的 2.1 倍, $5.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  处理的种子发芽势次之,为 28%,比对照组的发芽势提高了 6 百分点,而处理组  $2.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  的发芽势稍差,处理效果不明显,发芽势为 23%,比对照组的发芽势仅提

高了 1 百分点。

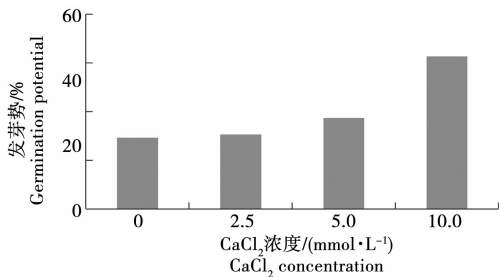


图 6 不同浓度  $\text{CaCl}_2$  对大葱种子发芽势的影响

Fig. 6 Effect of different concentrations of  $\text{CaCl}_2$  on the germination potential of green onion seeds

**2.3.3 发芽指数** 由表 1 可知,不同浓度  $\text{CaCl}_2$  浸种对大葱种子的发芽指数也产生了明显的影响。经 3 种不同浓度  $\text{CaCl}_2$  浸种之后大葱种子的发芽指数均明显高于对照组的发芽指数,其中, $10.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  处理对大葱种子发芽指数的影响效果最为明显,发芽指数为 18.30,是对照组的 2.9 倍; $2.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  处理组的种子发芽指数为 11.64,是对照组的 1.9 倍; $5.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  处理组对大葱种子的发芽指数影响程度低,效果不太明显,发芽指数与对照组相接近,为 7.52,仅比对照组的发芽指数提高了 1.31(表 1)。

通过分析不同浓度  $\text{CaCl}_2$  浸种对大葱种子发芽率、发芽势和发芽指数等指标的影响,表明用  $10.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  溶液浸种对大葱种子的萌发效果最佳,最有利于大葱种子的萌发。

## 3 结论与讨论

外源植物激素在植物种子萌发、胚胎发育、成熟与休眠等方面具有广泛的生理效应<sup>[11]</sup>,种子的萌发过程受多种内源植物激素参与调节的影响,因此应用外源激素浸种或光照、后熟或低温等处理,能打破种子的休眠期,促进种子萌发<sup>[12]</sup>。试验表明:用不同浓度的 ACC、GA、 $\text{CaCl}_2$  溶液浸种,均能使大葱种子的发芽率、发芽势以及发芽指数等指标较对照组有明显提高。

在本试验浓度范围内,发现不同浓度的 ACC 溶液浸种均能使种子的发芽率、发芽势和发芽指数较对照组有明显提高,促进种子的萌发;对比 3 种不同浓度的处理结果可发现: $20 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ACC 浸种处理发芽率、发芽势和发芽指数最优,更能够促进种子的萌发。

采用 GA 溶液浸种,显著提高了大葱种子的发芽率、发芽势和发芽指数。其中,以  $200\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度的 GA 溶液浸种处理效果最佳,相对于其它两种浓度更有利于种子发芽。

$\text{CaCl}_2$  溶液浸种处理之后大葱种子的发芽率、发芽势以及发芽指数均有明显变化,各个指标值都高于对照,且这 3 个指标在本试验浓度范围内都随  $\text{CaCl}_2$  浓度的升高而增加。采用  $10.0\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$  溶液浸种对大葱种子的萌发效果最佳,最有利于大葱种子的萌发。

综合 ACC、GA、 $\text{CaCl}_2$  三种外源激素对大葱种子萌发的影响,其中以  $20\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ACC 处理效果最好,但由于本试验中 ACC 浓度最大为  $20\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,在这个浓度以上是否存在着更佳浓度,还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 穆瑞霞,阮云飞,王吉庆,等. 不同浓度水杨酸浸种对大葱种子萌发及生理特性的影响[J]. 植物保护科学,2008,24(6): 370-373.
- [2] 许耀照,吕彪,王勤礼,等. 葱种子发芽特性研究[J]. 北方园艺,2014(6):4-7.
- [3] 马文波,马均,冯桂强,等. 加连翘种子的休眠与萌发的研究[J]. 种子,1998(1):49-50.

- [4] 杨军,徐凯,杨明祥,等. 中国李种子休眠与萌发的研究[J]. 安徽农业大学学报,1998,25(2):187-190.
- [5] 陶俊. 桃种子的休眠与萌发研究[J]. 果树科学,1996,14(4):233-236.
- [6] Conversa G, Lazzizzera C, Elia A. Effects of after-ripening, stratification and  $\text{GA}_3$  on dormancy release and on germination of wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L.) seeds[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125:196-202.
- [7] 赵帆,胡佩,李海峰. 层积和赤霉素协同作用对滇龙胆种子浮漂育苗的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(20): 4983-4986.
- [8] 赵秀娟,张衍荣. 外源激素对四季香小葱种子发芽的影响[J]. 北方园艺,2009(5):73-74.
- [9] 张彩丽,贺学礼. 几种处理方法对五味子种子发芽率的影响[J]. 西北农业学报,2006,15(3):183-185.
- [10] 肖伟鸣,张晓平,肖家欣.  $\text{GA}_3$  对乌饭树种子发芽特性的影响[J]. 中国农学通报,2016,32(1):1-5.
- [11] 徐荣. 植物生长调节剂在种子处理中的应用[J]. 种子,2008,27(12):68-71.
- [12] Davies W J, Kudoyarova G, Hartung W. Long distance ABA signaling and its relation to other signaling pathways in the detection of soil drying and the mediation of the plant's response to drought[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2005, 24(4):285-295.

## Effect of Different Seed Soaking Solution on Green Onions Germination

QIAO Jiang-lan<sup>1</sup>, ZHANG Rui-fang<sup>1,2</sup>, LIU Cong<sup>1</sup>, WANG Sheng-ai<sup>3</sup>, ZHOU Da-mai<sup>1,2</sup>, WANG Hong<sup>1,2</sup>

(1. Agricultural Engineering Technology Research Center of Mountain Districts in the North of China, Baoding 071001, China; 2. Mountainous Areas Research Institute of Hebei Province, Baoding 071001, China; 3. Agriculture Bureau of Baoding, Baoding 071001, China)

**Abstract:** In order to compare the effects of seed soaking solution on the germination of green onion seeds, the index of seed germination index of green onion were compared in different concentrations of ACC, GA and  $\text{CaCl}_2$  solutions treatments in this paper. The results showed that three kinds of seed soaking solutions all could improve the level of seed vigor, and speed up the germination. The seed germination rate, germination energy and germination index were higher than that of CK, and the suitable concentration of ACC, GA and  $\text{CaCl}_2$  was  $20\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $200\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  and  $10\ \text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , respectively. The ACC seed soaking of  $20\ \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  had the most significant effect on promoting seed germination of green onion.

**Keywords:** ACC; GA;  $\text{CaCl}_2$ ; green onions; seed germination