

提高陈年番茄种子发芽率的外源物质筛选

何娟¹, 王志鹏², 王建成¹

(1. 甘肃省农业科学院后勤服务中心, 甘肃 兰州 730070; 2. 永靖县关山乡人民政府, 甘肃永靖 731600)

摘要: 以陈年圣美 101 番茄种子为材料, 探究了水杨酸、硫酸锌、硝酸钾、氯化钙及磷酸二氢钾等外源物质浸种催芽对番茄种子萌发的影响。结果显示, 供试 5 种外源物质在一定浓度内均可以提高番茄种子发芽率, 其中浓度为 5 g/kg 磷酸二氢钾效果最显著, 其次是浓度为 2 g/kg 氯化钙, 硫酸锌的效果相对较差。

关键词: 番茄; 外源物质; 种子; 发芽率

中图分类号: S641.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)08-0044-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.08.011

Screening of Foreign Substances to Increase Germination Rate of Tomato Seeds

HE Juan¹, WANG Zhipeng², WANG Jiancheng¹

(1. Logistics Service Center, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. People's Government of Guanshan Township, Yongjing County, Yongjing Gansu 731600, China)

Abstract: The experiment used Shengmei 101 tomato seeds as research materials, the effects of exogenous substances such as salicylic acid, zinc sulfate, potassium nitrate, calcium chloride and potassium dihydrogen phosphate on seed germination of tomato were investigated. The results showed that the above five foreign substances can increase the germination rate of tomato seeds within a certain concentration, of which the concentration of 5 g/kg potassium dihydrogen phosphate has the most significant effect, followed by 2 g/kg calcium chloride, and zinc sulfate solution has a relatively poor effect.

Key words: Tomato; Foreign substances; Seeds; Germination rate

番茄(*Lycopersicon esculentum* Mill.)是一种果类蔬菜, 在我国栽培面积达 84 万 hm², 既可食用也可产生经济价值。所有的植物都会经历种子的萌发, 但种子的萌发受到多种

因素的制约, 如光照、温度、水分等^[1]。种子的贮藏年限直接影响着作物种子的萌发率及幼苗的各项生理性指标, 番茄种子在自然贮藏过程中会遇到活力下降的问题, 而且种

收稿日期: 2021-05-10; 修订日期: 2021-06-24

作者简介: 何娟(1985—), 女, 甘肃白银人, 主要从事园林绿化技术工作。联系电话:(0931)7615056。

通信作者: 王建成(1976—), 男, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事植物营养、土壤肥料与节水农业方面的研究与推广工作。联系电话:(0)13893668018。Email: tfswangjiancheng@163.com。

利用的景观格局分析[J]. 甘肃农业科技, 2008 (6): 3-8.

[8] 张宗震. 马尔可夫预测法基本原理解析与应用[J]. 成都电子机械高等专科学校学报, 2001 (2): 25-29.

[9] 余新晓, 李秀彬, 夏兵, 等. 森林景观格局与土地利用/覆被变化及其生态水文响应[M]. 北京: 科学出版社, 2010.

(本文责编: 陈伟)

子成熟程度、采摘种子的方法、贮藏条件等因素也会造成种子发芽率降低,从而严重影响产量^[2]。因此,在农业生产活动中,要尽可能提高种子发芽率。

提高种子发芽率的方法有很多种,但采用外源物质浸种比较有效。有研究表明,水杨酸(salicylic acid, SA)作为一种酚类物质,存在于植物体内,环境发生不利变化时能激发植物的过敏反应并且获得植物系统抗性,它可以产生抗病性的原因是它可以影响植物内有关蛋白的基因表达^[3]。研究发现,水杨酸对一些由于生长状态不佳导致发育不良的植株有明显的改善作用,用其浸泡陈年种子可以加速种子的萌发^[4]。种子在萌发过程中,其内部会发生一系列的变化,其中包括生物膜结构的破坏、呼吸作用及生物合成能力的下降等^[5]。锌可以稳定并保护有氧代谢中膜结构的完整性。同时,锌可以通过作为酶的组成成分和活化剂参与呼吸作用^[6]。硝酸钾中的钾离子作为一系列酶的激活剂,一定程度上能够提高此类酶的活性,并且可以修复细胞膜,除此之外钾离子还可以参与植株生长发育过程中一些促进型激素的合成和调控,从而提高陈年种子发芽率^[7]。钙也在很大程度上影响着植物的生长发育,其可以提高植物抗逆境的能力,从而可以让植物更快的适应环境对它的不良影响^[8],外源钙浸种处理能增强植物幼苗对低温、高温、干旱和盐胁迫的多重抗逆性^[9]。磷酸二氢钾是一种速效型的磷钾复合肥,它是一种容易溶于水中的酸性晶体,很容易被植物吸收利用。用磷酸二氢钾浸泡种子,可以使植株变得粗壮增加其抗倒的能力^[10]。通过浸种来提高番茄种子发芽率的研究较为普遍,但是对于能够提高陈年番茄种子发芽率的外源物质筛选的研究鲜有报道。为此,我们进行了5种外源物对番茄种子萌发的影响实验研究,筛选出能够显著提高陈年番茄种子发芽

率的最适外源物及其浓度。

1 材料与方法

1.1 试验材料

指示番茄品种为圣美101,种子(2012年10月生产)由甘肃省农业科学院提供。试剂水杨酸,硫酸锌,硝酸钾,氯化钙,磷酸二氢钾,均为市售。

1.2 试验方法

试验于2020年于甘肃省农业科学院进行。选取饱满完整、大小基本一致的陈年番茄种子先进行消毒处理,在55℃温水中浸泡15 min预湿润。然后把种子按表1浓度设置分别放入盛有100 mL不同浓度的ZnSO₄、CaCl₂、KNO₃、KH₂PO₄、SA的小烧杯内,用等量的蒸馏水作为对照(CK),置于20℃人工气候箱中浸泡24 h。处理以后取出种子,用蒸馏水将其冲洗干净,均匀置于铺有双层滤纸的培养皿中。每个培养皿放置50粒种子,3次重复,用保鲜膜密封,置于恒温(28℃)培养箱中培养,给予12 h全光照处理。后续每天浇水1次,以提供种子萌发所需的水分。

表1 外源物质的处理浓度

处理	KH ₂ PO ₄ (A) /(g/kg)	ZnSO ₄ (B) /(mg/L)	CaCl ₂ (C) /(g/kg)	KNO ₃ (D) /(g/kg)	SA (E) /(mg/L)
1	1	50	1	2	10
2	5	100	2	3	30
3	10	150	3	4	50

1.3 测定项目及方法

每天观察番茄种子的发芽情况,并在每天19:00时将发芽数量记录在册。第4天统计发芽势(以胚根顶破种皮为准),第7天统计发芽率,最后计算发芽指数。

发芽势(GE)=前4天发芽种子数/供试种子总数×100%

发芽率(GP)=前7天发芽种子数/供试种子总数×100%

发芽指数 (GI) = $\sum Gt/Dt$, Gt 为发芽开始后第 t 天的发芽数, Dt 为相应的发芽天数。

1.4 数据处理

利用 SPSS 22.0 软件进行分析, 采用 Excel 2010 绘制图表。

2 结果与分析

2.1 KH_2PO_4 浸种对陈年番茄种子萌发的影响

从图 1-A 和图 1-C 可以看出, 用不同浓度的 KH_2PO_4 浸种处理陈年番茄种子, 均可以提高其发芽率和发芽指数。与对照相比, 经过 A2 处理的番茄种子发芽率、发芽指数均达到最大并且有极显著差异。A1 处理也显著提高了种子的各项指标。A3 处理的种子虽在一定程度上提高了发芽率, 但差异未达显著水平。就发芽势(图 1-B)而言, A1、A2 处理的发芽势均比 CK 大幅度提高且差异显著, A3 处理发芽势反而低于对照。

A1、A2、A3 处理的种子发芽率比 CK 分别提高了 11.34、23.34、3.34 百分点。发芽指数相比 CK 提高了 2.49、4.31、1.06。A1、A2 处理的种子发芽势分别比 CK 提高了 8.00、16.67 百分点。A3 处理的种子发芽

势比 CK 降低了 1.33 百分点。由此可知, 不同浓度的 KH_2PO_4 浸种处理对陈年番茄种子的萌发效果表现为 $A2 > A1 > A3$, 即 5 g/kg KH_2PO_4 处理的效果最好; 超过 5 g/kg 时促进种子萌发的效果减弱。

2.2 ZnSO_4 对陈年番茄种子萌发的影响

从图 2-A、图 2-B 可以看出, 以 ZnSO_4 浸种处理陈年番茄种子时, 低浓度下具有促进作用, 超过了一定的浓度临界点之后则表现为抑制作用, 浓度越高, 抑制作用越明显。与 CK 相比, 处理 B1 的种子发芽率、发芽势均有所提高, 但差异不显著。处理 B2、B3 的发芽率、发芽势均比 CK 下降, 处理 B2 与 CK 差异不显著, 处理 B3 的发芽率与 CK 差异极显著, 发芽势与 CK 差异显著。从图 2-C 可以看出, 处理 B1、B2 的发芽指数均比 CK 提高, 且处理 B1 与 CK 表现为差异显著, 处理 B3 比 CK 下降。计算结果表明, 处理 B1、B2、B3 的发芽率比 CK 分别提高了 6.0、-3.34、-12.0 百分点, 发芽势提高了 7.34、-2.0、-10.66 百分点, 发芽指数提高了 1.89、0.06、-1.52。从以上分析可知, 低浓度的硫酸锌溶液对陈年番茄

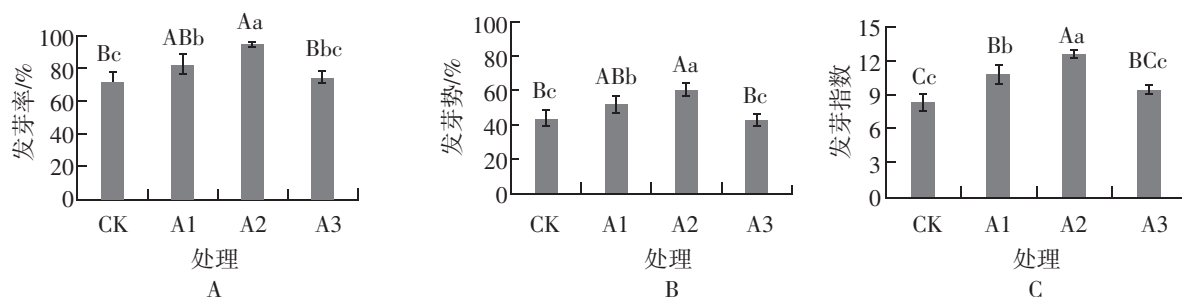


图 1 KH_2PO_4 处理对陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

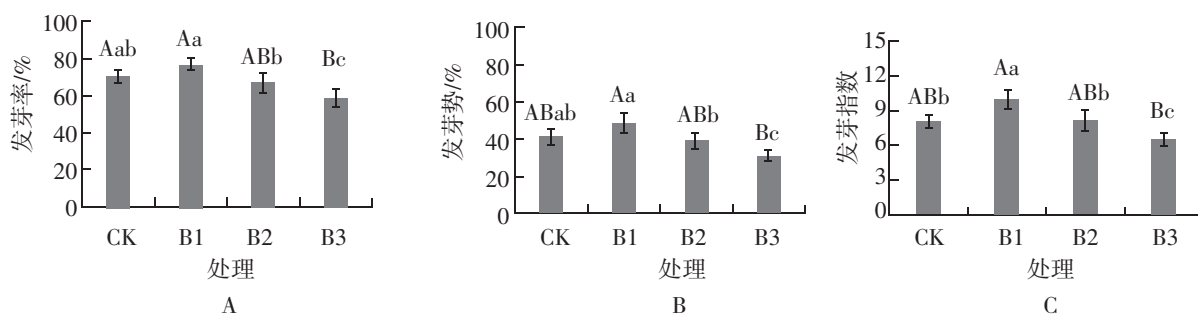


图 2 ZnSO_4 处理对陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

种子的萌发有着促进的作用,而高浓度的硫酸锌溶液起到相反的作用,阻碍了种子的萌发。

2.3 CaCl_2 对陈年番茄种子萌发的影响

由图 3-A、图 3-B、图 3-C 可以看出, CaCl_2 溶液处理的陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数均高于 CK。其中, 处理 C2 效果最好, 与 CK 的差异极显著, 与处理 C1 差异显著。处理 C3 相比 C2, 各项指标均有所降低。与 CK 相比, 处理 C1、C2、C3 的发芽率分别提高了 3.33、13.33、8.00 百分点, 发芽势分别提高了 4.67、13.33、8.00 百分点, 发芽指数分别提高了 1.27、3.28、2.16。表明 CaCl_2 浓度为 1~2 g/kg 时, 促进陈年番茄种子萌发的效果逐渐增强, 当浓度达到 2 g/kg 时种子萌发效果最好, 而当浓度超过 2 g/kg 时促进种子萌发的效果逐渐削弱。由发芽指数的变化情况可以看出, 经过 2 g/kg CaCl_2 溶液处理的发芽指数最大, 说明经其处理的种子萌发整齐度好。

2.4 KNO_3 对陈年番茄种子萌发的影响

图 4-A 和图 4-C 表明, 硝酸钾浸种处理时, 随着浓度的增高, 陈年番茄种子发

芽率和发芽指数逐渐降低。与 CK 相比, 处理 D1、D2、D3 的发芽率均有大幅度提高, 且差异极显著。从图 4-B 可以看出, 发芽势呈现先升后降的趋势, 但均高于 CK, 处理 D1 与 CK 差异显著, 处理 D2 提与 CK 差异极显著。处理 D3 与 CK 差异不显著。各处理的发芽指数分别比 CK 提高了 2.97、2.32、1.51。由上述分析可知, 硝酸钾浸种处理可以提高种子发芽率, 但低浓度的硝酸钾溶液效果最好, 浓度越高, 效果越弱。

2.5 SA 对陈年番茄种子萌发的影响

由图 5 可以看出, 经过 E2 处理的陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数均最高, 且与 CK 相比差异极显著。经 E1 处理的种子, 发芽率比 CK 有所提高, 但发芽势和发芽指数都有所降低。E3 处理后的种子各项指标均低于对照, 其中, 发芽势与 CK 差异极显著, 发芽指数差异显著。由此可以得出, 较低浓度的 SA 对陈年番茄种子萌发有促进作用, 当浓度为 30 mg/L 时促进效力达到最大, 而当浓度达到 50 mg/L 时则表现为抑制作用, 说明 SA 浓度超过一定值时,

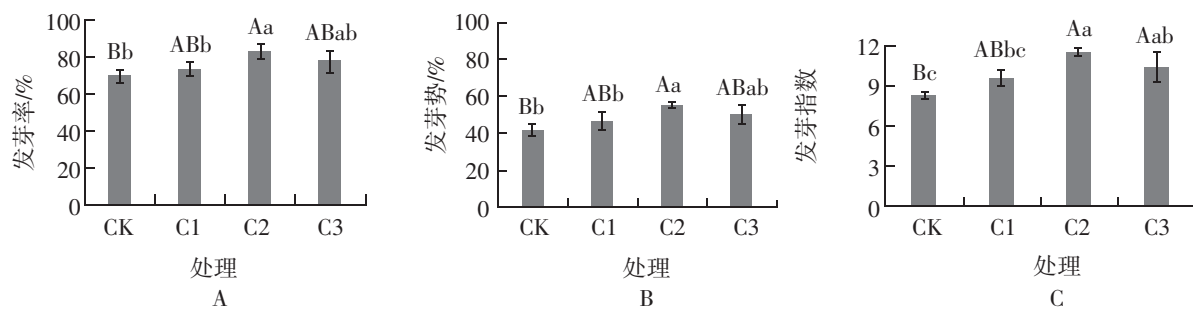


图 3 CaCl_2 处理对陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

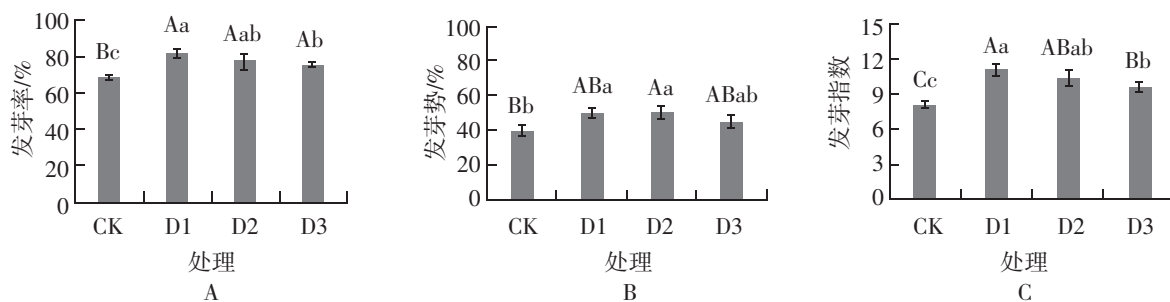


图 4 KNO_3 处理对陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

反而会抑制种子萌发。

2.6 不同外源物质最佳浓度对陈年番茄种子萌发效果的影响

从图6可以看出,不同的外源物质浸种对陈年番茄种子发芽率的影响不同。 KH_2PO_4 溶液浸种处理的番茄种子,浓度为5 g/kg时发芽率达到94.7%,为最高,同时发芽势和发芽指数也表现为最高。 ZnSO_4 浸种处理的种子,当浓度为50 mg/L时发芽效果达到最好,发芽率达到76.7%,但在5种试剂中, ZnSO_4 溶液效果最不明显,发芽势和发芽指数相对最低。 CaCl_2 溶液浸种处理的陈年番茄种子,当浓度为2 g/kg时发芽率最高,达到83.3%,发芽势为55.3%,发芽指数为11.5。经过 KNO_3 处理的种子发芽率较高,达到82.0%。 SA 浸种处理番茄种子时,30 mg/L的发芽效果最好,发芽率为78.7%,发芽势为49.3%,发芽指数为10.8。综上所述,不同外源物质的最佳浓度对陈年番茄种子的萌发效果以 KH_2PO_4 最好, ZnSO_4 效果最不明显。

3 结论与讨论

研究表明,用5种外源物质 KH_2PO_4 、 ZnSO_4 、 CaCl_2 、 KNO_3 、 SA 溶液浸种处理陈年番茄种子时,促进种子萌发的效果各有不同,从高到低依次为 KH_2PO_4 、 CaCl_2 、 KNO_3 、 SA 、 ZnSO_4 。其中磷酸二氢钾浓度为5 g/kg时萌发效果最好,此时番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数均达到最高。硝酸钾浓度越低,对陈年番茄种子的萌发效果就越好,在试验设置的浓度范围内,当其浓度为2 g/kg时效果最好,但浓度具体降低到多少时效果能达到最佳,还有待进一步研究。氯化钙浓度为2 g/kg时促进番茄种子萌发的效果最显著,超过这一浓度效果减弱。水杨酸和硫酸锌则表现为低浓度促进,高浓度抑制。在本试验设计的浓度范围内,两者浓度分别在30 mg/L和50 mg/L时萌发效果最佳,浓度越高,抑制作用越明显。

刘朝贵等^[11]的研究表明,磷酸二氢钾中的磷钾元素能促进种子的呼吸酶活跃度,更快打破种子的休眠状态。磷元素能加速种

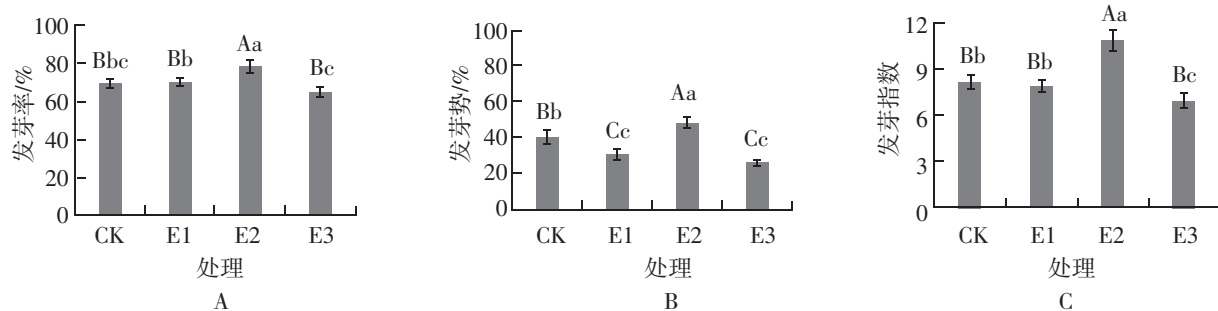


图5 SA处理对陈年番茄种子发芽率、发芽势、发芽指数的影响

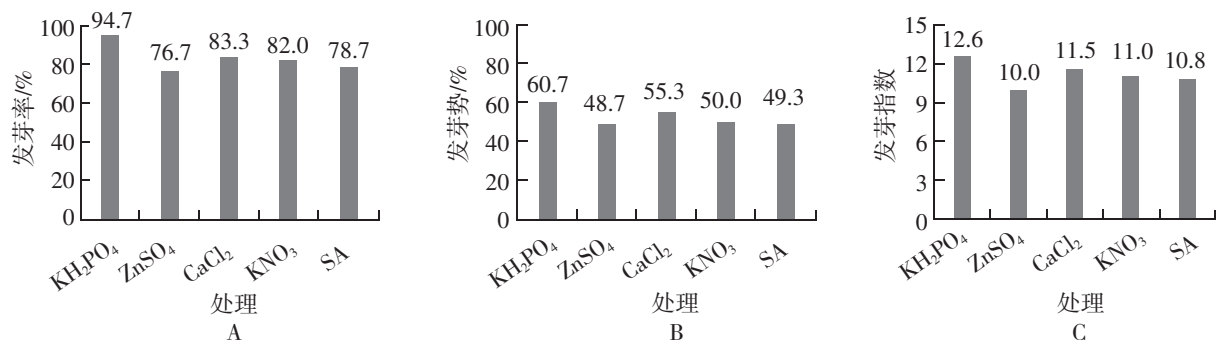


图6 不同外源物质的最佳浓度对陈年番茄种子萌发效果的影响

子细胞分裂,从而加快发芽;钾元素能催生种子长根,从而加快种子生根。磷钾共同使用还能加快种子光合作用,催使种子加快萌芽生根,这应该是番茄种子萌发效果提高的原因。在本试验中,磷酸二氢钾提高陈年番茄种子的发芽效果最明显,主要是磷钾元素共同作用的结果。张菊平等^[12]的研究结果显示,硝酸钾中的 K^{2+} 在植物体内可以充当多种酶的活化剂,可以提高种子内部脱氢酶的活性,促进植株体内糖类物质的合成及运输从而增加组织呼吸作用的强度,也可以调节水势、延缓种子的吸水过程,使得种子在发芽前有充足的时间进行膜结构的修复和一系列相关酶的活化,改善细胞内的环境,从而促使种子发芽。 Ca^{2+} 也有维持膜结构域完整性的功能,可降低逆境下的膜透性,从而提高种子抗逆性,也可以促进ATP酶、脱氢酶等多种酶的合成。向华等^[13]的研究表明,低浓度的SA浸种处理可以明显提高种子内可溶性糖的含量,以及淀粉酶等多种酶的活性,从而提高种子的萌发效力。而高浓度的SA浸种处理会降低种子种皮的渗透调节能力,也会降低种子内某些酶的活性和代谢功能,使得种子萌发效力减弱,抑制其萌发,这与本试验的结果一致。马红敏等^[14]的研究表明,锌参与生长素的合成,也参与磷脂酶、脱氢酶等多种酶的合成,从而促进了种子萌发,但高浓度的锌会产生抑制,这可能是由于高浓度的锌对植物种子产生了毒害作用。本试验的局限性在于设置的浓度梯度较少,对于各外源物质提高陈年番茄种子发芽率作用机理的认识也只局限于对前人研究文献的查阅,其中详细的作用机理,有待深入研究。

参考文献:

[1] 沙洁,支金虎.水分胁迫对番茄种子萌发及幼根发育的影响[J].甘肃农业科技,2018(5):16-19.

- [2] 李莉,张科,何明才,等.不同盐浓度对四个品种番茄种子萌发和幼苗芽长的影响[J].北方园艺,2019(24):1-6.
- [3] 杨若鹏,毕红才,李杰.水杨酸对黄瓜种子萌发及干旱胁迫下幼苗生长的影响[J].北方园艺,2018(6):23-29.
- [4] 陈贵华,石岭,李伟.外源SA对陈旧茄果类蔬菜种子萌发的影响[J].黑龙江农业科学,2019(4):55-57.
- [5] 王人民,万吉丽,付力成.硫酸锌浸种对水稻幼苗生长和细胞保护酶活性的影响[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2010(4):411-418.
- [6] POOVAIAH B W, REDDY A S N. Calcium and signal transduction in plants[J]. Critical Review of Plant Science, 1993(12):185-221.
- [7] 单树花,郝雪峰,刘丽,等.氯化钙浸种对磷饥饿下番茄幼苗生长状况和保护酶活性的影响[J].广东农业科学,2011,38(23):34-37.
- [8] 廉洁,张喜春,谷建田.氯化钙浸种对番茄种子发芽的影响及苗期耐冷性的鉴定[J].安徽农业科学,2015,43(1):43-45.
- [9] BUCHANAN B B, GRUISSSEN W, JONES R L. Biochemistry and molecular biology of plants [M]. Beijing: The American Society of Plant Physiologist, 2000.
- [10] 唐能银,刘裕岭.磷酸二氢钾在蔬菜上的科学施用[J].上海蔬菜,2005(6):74.
- [11] 刘朝贵,须建,杨静,等.不同浓度磷酸二氢钾灌施对番茄幼苗生理生化的影响[J].北方园艺,2014(23):27-29.
- [12] 张菊平,张艳敏,康业斌,等.硝酸钾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.
- [13] 向华,饶力群,肖立锋.水杨酸对水稻种子萌发及生理生化的影响[J].湖南农业大学学报,2003,29(1):12-14.
- [14] 马红敏,郑殿峰,翟瑞常.硫酸锌溶液浸种对大豆种子萌发的影响[J].黑龙江八一农垦大学学报,2007(6):27-29.

(本文责编:陈珩)