

文章编号: 1674-8085(2019)04-0029-05

不同配方营养液对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响

*闫小红, 曾建军, 陈章勤, 张春丽

(井冈山大学生命科学学院, 江西, 吉安 343009)

摘 要: 本研究以亚美 16 号黄瓜为实验材料, 采用室内生物测定的方法, 通过比较不同配方营养液中黄瓜种子萌发及幼苗生长特性的差异, 筛选出适合的水培营养液。结果表明, 不同营养液中黄瓜种子的最终萌发率和发芽势没有显著差异 ($P > 0.05$), 对照、配方 1 和配方 2 溶液中黄瓜种子的发芽指数相对较高, 且对照中的发芽指数显著高于配方 3 和配方 4 溶液 ($P < 0.05$), 对照和配方 2 营养液中黄瓜种子的活力指数显著高于配方 1、配方 3 和配方 4 ($P < 0.05$)。对照处理中黄瓜幼苗的根长最大, 其后依次为配方 2、配方 1、配方 3 和配方 4, 且对照与配方 2 营养液以及配方 2 和配方 1 营养液处理间没有显著差异 ($P > 0.05$); 配方 1 和配方 3 营养液中黄瓜幼苗的苗高显著高于对照、配方 2 和配方 4 ($P < 0.05$); 配方 3 溶液中黄瓜幼苗的单株鲜重最高 (448.23 ± 5.66 mg), 其后依次为配方 1、配方 4、配方 2 和对照, 且配方 3 处理显著高于其它处理 ($P < 0.05$)。可见, 配方 2 和配方 1 溶液相对较适合于黄瓜水培中的种子萌发, 而配方 3 和配方 1 溶液相对较适合于其幼苗生长。

关键词: 营养液; 黄瓜; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号: S641

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2019.04.006

EFFECTS OF DIFFERENT NUTRIENT SOLUTIONS ON THE SEED GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS*)

*YAN Xiao-hong, ZENG Jian-jun, CHEN Zhang-qin, ZHANG Chun-li

(School of Life Sciences, Jinggangshan University, Ji'an, Jiangxi 343009, China)

Abstract: Setting Yamei 16 cucumber as study materials, the proper hydroponics nutrient solution was screened through comparing the characteristics of the seed germination and seedling growth by indoor bioassay. The results showed that there were no significant differences on the seed germination rates and germination potential of the cucumber in different solutions ($P > 0.05$), the seed germination indexes in the control, solution 1 and 2 were higher, and it was significant higher in the control than those in solution 3 and 4 ($P < 0.05$), and the vigor indexes in the control and solution 2 were significantly higher than those in solution 1, 3 and 4 ($P < 0.05$). The seedling root length of the cucumber in the control was the highest, successively followed by solution 2, 1, 3 and 4, and there were no significant differences between solution 2 and the control or solution 1 ($P > 0.05$); the seedling height in solution 1 and 3 was significantly higher than that in the control, solution 2 and 4 ($P < 0.05$), and the fresh weight per plant in solution 3 was the highest (448.23 ± 5.66 mg), successively followed by solution 1, 4, 2 and the control. So, solution 2 and 1 were relatively suitable for cucumber seed germination, and solution 3 and 1 were suitable for its seedling growth in the hydroponics cultivation.

收稿日期: 2019-04-16; 修改日期: 2019-05-26

基金项目: 江西省科技支撑计划项目 (20161BBF60064; 20161BBF60073)

作者简介: *闫小红(1977-), 女, 内蒙古赤峰人, 副教授, 博士, 主要从事蔬菜栽培及植物生理生态学方面的研究(E-mail: yanxiaohong325@126.com);
曾建军(1973-), 女, 江西吉安人, 副教授, 博士, 主要从事植物生态学方向的研究(mail: 764178121@qq.com);
陈章勤(1994-), 女, 贵州赤水人, 井冈山大学生物技术专业 2015 级本科生(E-mail: 1335897401@qq.com);
张春丽(1996-), 女, 内蒙古通辽人, 井冈山大学生物技术专业 2015 级本科生(E-mail: 2602173876@qq.com).

Key words: nutrient solution; pepper; seed germination; seedling growth

水培是当今蔬菜种植的主要模式之一,可以使蔬菜有效地摆脱对土壤的依赖以及自然环境条件的制约,避免土传病害、连作障碍及土壤污染等因素的危害和限制^[1-2]。同时,水培蔬菜还具有净化水质的作用^[3-5],从而为改善水体富营养化提出了新的思路,实现生产和生态修复双赢。通过选育优良品种,优化培养条件,培养优质壮苗是现代蔬菜高质高产的基础。水培过程中,水溶液作为土壤的替代物,因而水溶液的相关性状将直接对蔬菜的生长发育产生影响。学者大量研究表明,不同营养液营养组分^[2,6-8]、温度^[9]、pH 值^[10]、激素^[11-12]、氧含量^[13]等均对蔬菜的生长发育产生影响。因而,筛选营养液配方,优化水培条件对蔬菜的水培生产具有重要意义。

黄瓜(*Cucumis sativus*)是我国重要的瓜果类蔬菜之一,具有重要的营养价值及抗衰老等功能性价值。由于土壤栽培中连作障碍及土壤污染等因素的限制^[14],水培成为黄瓜目前大力推广的栽培模式之一,而营养液条件是黄瓜水培的重要基础。因此,筛选合适营养液配方,优化培养条件对黄瓜水培生产实践具有重要意义。研究表明,不同营养液浓度^[15-16]、营养液不同 pH^[17]、氧气含量^[18]、植物生长物质种类与浓度^[19]及根际温度^[20]等对黄瓜的生长发育、光合特性和产量品质等产生影响。可见,目前的研究更多地集中在营养液单因素条件优化方面,而缺乏多因素条件的整体系统优化。同时,市面上水培植物营养液种类众多,到底哪种或那些适合黄瓜的水培还有待进一步筛选。为此,本研究拟以黄瓜为研究对象,通过室内生物测定的方法,比较目前常用的几种不同配方营养液条件下黄瓜种子萌发及幼苗生长特性,筛选适宜黄瓜水培的营养液,从而为黄瓜的水培种植生产提供重要理论基础和指导性作用。

1 材料与方法

1.1 供试材料与营养液

以黄瓜品种亚美 16 号(北京爱德万斯种子有限公司)为受试材料,该品种为广适长条型品种,

具有植株生长势强,抗病性强,产量高等特性。

选择目前最为常用的 4 种水培营养液,按配方进行配制,营养液配方如下,配方 1:每升溶液中,硝酸钙 950 mg、硝酸钾 810 mg、硫酸镁 500 mg、磷酸二氢铵 155 mg、EDTA 铁钠盐 20 mg、硼酸 3 mg、硫酸锰 2 mg、硫酸锌 0.22 mg、硫酸铜 0.05 mg、钼酸钠 0.02 mg;配方 2:每升溶液中,硝酸钙 1216 mg、硝酸铵 42.1 mg、磷酸二氢钾 208 mg、硫酸钾 393 mg、硝酸钾 395 mg、硫酸镁 466 mg;配方 3:每升溶液中,硝酸钙 900 mg、硝酸钾 810 mg、硫酸镁 500 mg、过磷酸钙 840 mg;配方 4:每升溶液中,硝酸钙 945 mg、硫酸钾 607 mg、磷酸二氢铵 115 mg、硫酸镁 493 mg。

1.2 实验方法

1.2.1 不同配方营养液中黄瓜种子萌发特性测定

选取若干籽粒饱满的黄瓜种子,置于去离子水中浸泡 5 h,然后将 30 粒置于直径 9 cm 培养皿中(铺有一张滤纸),加入 8 mL 相应的不同配方营养液,将培养皿置于人工气候箱中进行培养,培养条件为(25±1)℃的温度,L/D=12 h:12 h,70%的湿度。之后,每天统计萌发种子数,以胚根突破种皮 1 mm 作为发芽标准,连续 7 d。每处理设 5 次重复,每皿为 1 个重复。同时设去离子水空白对照。计算萌发率、发芽势、发芽指数及活力指数等指标。计算公式如下:

$$\text{萌发率 (GR)} = n/N \times 100\%;$$

$$\text{发芽势 (GP)} = \text{规定时间 (3 d) 内发芽数} / N \times 100\%;$$

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

$$\text{活力指数 (VI)} = \text{发芽指数 (GI)} \times \text{FW}。$$

其中 n 为最终发芽数; N 处理的种子数; G_t 为处理第 t 天的发芽数; D_t 为相应的发芽天数;FW 为 10 株幼苗鲜重。

1.2.2 不同配方营养液中黄瓜幼苗生长特性测定

选取已萌发的黄瓜种子 10 粒置于容积 50 mL 的玻璃烧杯中,烧杯底部铺有 1 层玻璃珠(直径 5 mm)和 1 张滤纸,用移液器加入 8 mL 相应营养液(对照直接加入相同量的去离子水),然后将烧杯置于温度为(25±1)℃,L/D=12 h:12 h,湿度为 70%的

人工气候箱中进行培养, 7 d 后用直尺测量各植株的根长和苗高, 同时测定 10 株的鲜质量。每处理设 5 次重复, 每烧杯为 1 个重复。

1.3 数据处理

所有数据均采用 excel 和 SPSS 19.0 软件进行统计处理, 采用 Duncan 检验法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同配方营养液对黄瓜种子萌发特性的影响

图 1 和表 1 显示了不同配方营养液对黄瓜种子萌发特性的影响。可见, 不同营养液中黄瓜种子的萌发特性虽然存在一定的差异, 但差异并不显著。各营养液及对照中, 黄瓜种子最终萌发率均大于 94%, 发芽势均大于 90%, 且各处理间没有显著差异 ($P > 0.05$)。对照、配方 1 和 2 溶液中黄瓜种

子的发芽指数相对较高, 之间没有显著差异 ($P > 0.05$), 但对照中的发芽指数显著高于配方 3 和 4 溶液 ($P < 0.05$), 分别是后两个处理的 1.14 倍和 1.13 倍。对照和配方 2 营养液中黄瓜种子的活力指数显著高于配方 1、3 和 4 ($P < 0.05$), 且配方 3 的活力指数最小, 仅为对照的 78.74%。

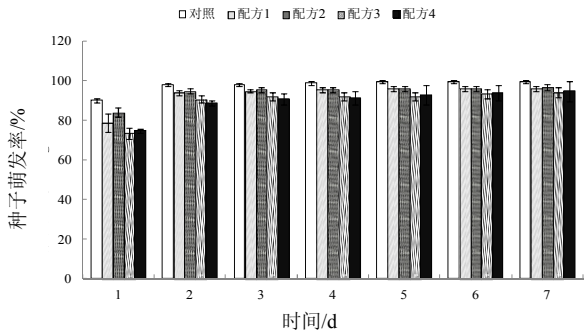


图 1 不同营养液中黄瓜种子的萌发进程

Fig.1 The seed germination process of cucumber in different nutrient solutions

表 1 不同营养液对黄瓜种子萌发率、发芽势、发芽指数及活力指数的影响

Table 1 Effects of different nutrient solutions on the germination rate, germination potential, germination index and vigor index of cucumber

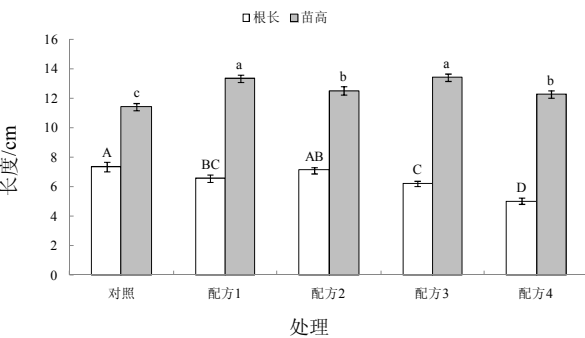
处理	指标	萌发率/%	发芽势/%	发芽指数	活力指数
对照 CK		99.33 ± 0.67a	98.00 ± 0.82a	28.29 ± 0.21a	8.28 ± 0.22a
配方 1 溶液 Solution 1		96.00 ± 1.25a	94.67 ± 0.82a	26.06 ± 0.61ab	6.43 ± 0.26b
配方 2 溶液 Solution 2		96.67 ± 1.49a	95.33 ± 1.33a	26.94 ± 0.53ab	7.60 ± 0.40a
配方 3 溶液 Solution 3		94.00 ± 2.45a	92.00 ± 2.00a	24.83 ± 0.60b	5.55 ± 0.19b
配方 4 溶液 Solution 4		94.67 ± 3.74a	90.67 ± 6.09a	24.93 ± 1.54b	6.52 ± 0.46b

注: 表中不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

2.2 不同配方营养液对黄瓜幼苗生长的影响

2.2.1 不同配方营养液对黄瓜幼苗根长和苗高的影响

图 2 显示了不同营养液对黄瓜幼苗根长和苗高的影响。对照处理中黄瓜幼苗的根长最大, 为(7.38 ± 0.33 cm), 其后依次为配方 2、1、3 和 4, 且对照与配方 2 营养液处理间没有显著差异($P > 0.05$), 对照处理显著高于配方 3 和 4 营养液处理($P < 0.05$), 配方 4 营养液中黄瓜幼苗的根长最小(5.02 ± 0.21) cm, 为对照的 68.02%。配方 1 和 3 营养液中黄瓜幼苗的苗高相对较大, 分别为(13.37 ± 0.26) cm 和(13.42 ± 0.22) cm, 两处理间没有显著差异 ($P > 0.05$), 但显著高于对照、配方 2 和 4 ($P < 0.05$), 且对照中的苗高最小, 仅为配方 1 和 3 处理下苗高的 85% 左右。



注: 图中不同大写或小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同

图 2 不同配方营养液对黄瓜幼苗根长和苗高的影响

Fig. 2 Effects of different nutrient solutions on the seedling root length and seedling height of cucumber

2.2.2 不同配方营养液对黄瓜幼苗鲜重的影响

图 3 显示了不同营养液配方对黄瓜幼苗鲜重的影响。可见, 配方 3 溶液中黄瓜幼苗的单株鲜重最高 (448.23 ± 5.66 mg), 其后依次为配方 1、4、2

和对照,且配方3处理显著高于其它处理($P < 0.05$),其单株鲜重是对照的1.31倍。

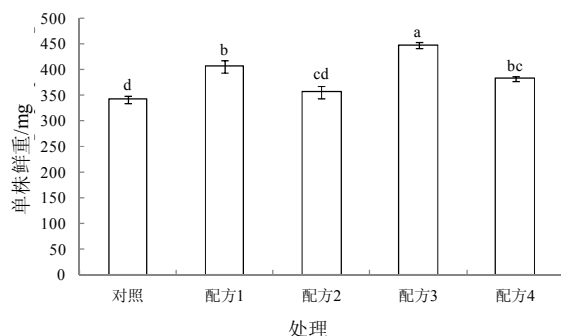


图3 不同配方营养液对黄瓜幼苗鲜重的影响

Fig.3 Effects of different nutrient solutions on the seedling fresh weight of cucumber

3 讨论

植物种子萌发是植物发育过程中的关键阶段,其直接决定着植株的存活及后期的生长发育状况^[21]。环境条件是影响植物种子萌发的重要因素。大多数植物种子的萌发不需要光照,而一些植物种子的萌发光照条件将对其产生重要影响。比如光照对紫茎泽兰(*Eupatorium adenophorum*)、藜藿(*Eclipta prostrata*)及大狼把草(*Bidens frondosa*)等部分菊科植物瘦果萌发产生促进作用,而黑暗不利于其萌发^[22-24]。温度对植物种子的萌发产生重要影响,不同植物显示了不同的适宜温度,昆仑雪菊(*Kunlun chrysanthemum*)^[25]等较多植物种子萌发的适宜温度常为25℃左右,白苋(*Amaranthus albus*)^[26]和木棉(*Bombax malabaricum*)^[27]等少量植物种子萌发的适宜温度为30℃左右,而关苍术(*Atractylodes japonica*)^[28]等的适宜温度为15℃左右,温度过高和过低都将对植物种子萌发产生抑制作用。不同盐离子种类和同种盐离子的不同浓度均对植物种子的萌发产生显著影响^[29-30]。不同营养液中可以提供不同类型、不同含量的盐离子,因此营养液的差异也对植物种子的萌发产生一定的影响。本研究结果表明,不同营养液中黄瓜种子的萌发特性虽然存在一定的差异。最终萌发率均大于94%,发芽势均大于90%,各处理间没有显著差异($P > 0.05$)。对照、配方1和配方2溶液中黄瓜种子的发芽指数相对较高,且对照中的发芽指数显著高于配方3和配方4溶液($P < 0.05$)。对照和配方2营养液中黄

瓜种子的活力指数显著高于配方1、3和4($P < 0.05$)。可见,虽然不同营养液中黄瓜的最终种子萌发率没有显著差异,但部分营养液间的萌发进程存在显著差异,配方2和配方1相对较适合于黄瓜种子的萌发。

幼苗生长是植物生长发育的另一重要阶段,而幼苗也是植物生活史中最脆弱的阶段,对极端环境的耐受性相对较弱^[31]。本研究表明,对照处理中黄瓜幼苗的根长最大,其后依次为配方2、配方1、配方3和配方4,且对照与配方2营养液以及配方2和配方1营养液处理间没有显著差异($P > 0.05$)。配方1和配方3营养液中黄瓜幼苗的苗高显著高于对照、配方2和配方4($P < 0.05$)。配方3溶液中黄瓜幼苗的单株鲜重最高(448.23 ± 5.66) mg,其后依次为配方1、配方4、配方2和对照,且配方3处理显著高于其它处理($P < 0.05$)。这一结果一方面显示了不同营养液配方中黄瓜幼苗生长的差异性,另一方面也表明配方1和配方3溶液较适合于黄瓜幼苗的生长。这种差异性在其它研究中也得到验证。张晓勇等^[6]研究表明,在块茎膨大期,低离子浓度营养液($C \leq 2124.26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)有利于其块茎的形成,但不利于匍匐茎的形成,同时降低了植株的叶面积、根系活力及光合作用效率,而高离子浓度营养液($4248.51 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)虽然可以促进植株地上部分生长和叶绿素合成,但不利于块茎形成,只有中等离子浓度营养液($3186.38 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)最适于其植株的生长发育。蔡东升等^[7]研究发现,与清水对照相比,施加不同量的营养液对番茄单株产量均有增加作用,但并不是随着施用量的增加而一直提高,中等供液量(58.5 L/株)时产量最高。

可见,配方2溶液最适合于黄瓜种子的萌发,其次为配方1溶液;而配方3溶液最适合于其幼苗生长,其次为配方1溶液。因此,一方面可根据不同阶段选择不同的营养液,萌发期选择配方2溶液,幼苗期选择配方3溶液,也可以选择萌发期和幼苗期均适合的配方1溶液。这将为黄瓜的水培提供重要的理论依据和指导作用。而关于水培过程中,温度、光照及供氧量等对黄瓜植株生长、产量及果实品质的影响还有待于进一步研究和探讨。

参考文献:

- [1] 雷喜红,李新旭,王铁臣,等. 不同种植密度对番茄长势/果实品质及产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(7): 30-33.
- [2] 方舒玲,胡笑涛,冉辉,等. 光强和营养液对水培生菜光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 北方园艺, 2018, (11): 15-21.
- [3] 汪小将,刘旭昊,黄文波,等. 3 种蔬菜水培净化水质作用的研究[J]. 广东农业科学, 2011(6): 47-48.
- [4] 陈华,卫坚强,尹梅,等. 水培蔬菜对循环养殖水水质净化效果研究[J]. 西南农业学报, 2018, 31(3): 619-622.
- [5] Zhou X H, Wang G X. Nutrient concentration variations during *Ocneranthe javanica* growth and decay in the ecological floating bed system[J]. Journal of Environmental Sciences, 2010, 22(11): 1710-1717.
- [6] 张晓勇,唐道彬,王季春,等. 水培营养液离子浓度对脱毒马铃薯生长发育和光合性能的影响[J]. 西南农业学报, 2017, 30(2): 345-353.
- [7] 蔡东升,李建明,李惠,等. 营养液供应量对番茄产量、品质和挥发性物质的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29(3): 921-930.
- [8] Alberici A, Quattrini E, Penati M, et al. Effect of the reduction of nutrient solution concentration on leafy vegetables quality grown in floating system[J]. Acta Horticulturae, 2008, 801: 1167-1176.
- [9] Oraby H, Lachance A, Desjardins Y. A low nutrient solution temperature and application of stress treatment increase potato mini-tubers production in an aeroponic system[J]. American Journal of Potato Research, 2015, 92(3): 387-397.
- [10] 徐开杰,史丽丽,王勇锋,等. 水培条件下 pH 值对柳枝稷幼苗生长发育的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(23): 7690-7698.
- [11] 陈锡娟,汤绍虎,周启贵. IBA 和 NAA 处理对杜鹃水培插条生长的影响[J]. 西南师范大学学报:自然科学版, 2017, 42(6): 54-58.
- [12] 王红梅,李争辉. 不同激素配比对月季水培生根及其内源激素含量的影响[J]. 贵州农业科学, 2018, 46(7): 109-112.
- [13] 樊严,孙英,安娜,等. 根际低氧胁迫对水培番茄超氧化物歧化酶的影响[J]. 北方园艺, 2015, (24): 9-11.
- [14] 冯腾腾,黄怀成,陈飞,等. 不同蚯蚓粪施用量对连作黄瓜农艺性状、产量和品质的影响[J]. 南方农业学报, 2018, 49(8): 1575-1580.
- [15] 倪纪恒,毛罕平,马万征. 不同营养液浓度对温室黄瓜叶片光合特性的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(10): 277-281.
- [16] 姚发展,马万敏,圣冬冬,等. 不同浓度营养液对温室黄瓜生长发育的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6181-6183.
- [17] Tyson R V, Simonne E H, Treadwell D D, et al. Effect of water pH on yield and nutritional status of greenhouse cucumber grown in recirculating hydroponics[J]. Journal of Plant Nutrition, 2008, 31(11): 2018-2030.
- [18] 黄金秋,王秀峰,宋述尧,等. 不同供气条件对水培黄瓜幼苗生长的影响[J]. 山东农业科学, 2009(5): 41-44.
- [19] 欧阳立明,张舜杰,陈剑峰,等. 不同植物生长物质对水培黄瓜幼苗生长和根系发育的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(3): 161-166.
- [20] Pramanik M H R, Nagai M, Asao T, et al. Effects of temperature and photoperiod on phytotoxic root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) in hydroponic culture[J]. Journal of Chemical Ecology, 2000, 26(8): 1953-1967.
- [21] Philippi T. Bet-edging germination of desert annuals beyond the first year[J]. American Naturalist, 1993, 142: 474-487.
- [22] 周超群,唐赛春,潘玉梅,等. 光照和温度对入侵植物大狼把草异型瘦果萌发的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2015, 23(6): 662-668.
- [23] Lu P, Sang W G, Ma K P. Effects of environmental factors on germination and emergence of crofton weed (*Eupatorium adenophorum*)[J]. Weed Science, 2006, 54(3): 452-457.
- [24] Chauhan B S, Johnson D E. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of eclipta (*Eclipta prostrata*) in a tropical environment[J]. Weed Science, 2008, 56(3): 383-388.
- [25] 朱军,李晓瑾,王果平,等. 昆仑雪菊种子萌发特性研究[J]. 种子, 2012, 31(11): 77-79.
- [26] 高霞莉,毛一梦,王爱民. 四种苋属植物种子萌发对策的研究[J]. 种子, 2012, 31(7): 51-53, 64.
- [27] 郑艳玲,马焕成,Robert S, 等. 环境因子对木棉种子萌发的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(2): 382-388.
- [28] 林燕华,朴钟云,李宏博. 光苍术种子萌发特性的研究[J]. 种子, 2012, 31(11): 47-49, 65.
- [29] 贾永正,张子晗,喻方圆,等. 盐胁迫对紫薇种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2016, 35(10): 87-91, 94.
- [30] Santo A, Mattana E, Frigau L, et al. Effects of NaCl stress on seed germination and seedling development of *Brassica insularis* Moris (Brassicaceae)[J]. Plant Biology, 2017, 19: 368-376.
- [31] 郝建华,吴海荣,强胜. 部分菊科入侵种子(瘦果)的萌发能力和幼苗建群特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18(5): 1851-1856.